

**Структурный и литологический контроль
золото-сульфидного оруденения месторождения Миндяк
(Магнитогорская мегазона Южного Урала)**

Месторождение Миндяк находится в зоне Главного Уральского разлома в Учалинском рудном районе, охватывающем северное замыкание Магнитогорской мегазоны. Его изучением в разные годы занимались М. Б. Бородаевская и А. Г. Беликова [1952], Н. И. Бородаевский [1960], И. Г. Дубенко, Ю. В. Казанцев с соавторами [1990], Ю. И. Новожилов [1964], В. И. Сазонов с соавторами [1999] и многие другие исследователи. Тем не менее, структурный контроль и генезис оруденения месторождения остаются дискуссионными. Группой сотрудников ЦНИГРИ под руководством Н. К. Курбанова месторождение использовано в качестве одного из эталонных объектов для разработки критериев прогноза и поиска в пределах Магнитогорской мегазоны золото-сульфидно-углеродистого оруденения [Золотоносность..., 2005]. По данным указанных исследователей месторождение имеет вулканогенно-метаморфогенный генезис и приурочено к субщелочным базальтоидным отложениям березовской свиты (C_{1t-v}). Оруденение представлено двумя основными структурно-морфологическими разновидностями: 1) линзовидными и линзовидно-пластовыми стратифицированными телами вкрапленных и прожилково-вкрапленных руд преимущественно пиритового состава и 2) прожилковой карбонат-кварц-полисульфидной минерализацией, локализованной в секущих тектонических зонах. Предполагается, что основную массу стратифицированных руд составляют продукты поствулканических гидротермальных процессов, по-видимому, сольфатарно-фумарольного этапа формирования раннекаменноугольных базальтоидных вулканитов. Прожилковая минерализация секущих зон относится к регенерированному метаморфогенному оруденению.

Создание геолого-генетических, а на их основе и прогнозно-поисковых моделей золото-сульфидных месторождений, локализованных в углеродсодержащих комплексах, является весьма актуальной задачей в связи с проведением в последнее десятилетие в Учалинском сегменте зоны ГУР прогнозно-поисковых работ на золото. Финансирование последних производится Федеральным агентством по недропользованию. Отметим, что в этой части зоны ГУР в осадочных и вулканогенно-осадочных комплексах известны многочисленные перспективные золото-сульфидные рудопроявления.

Нами на месторождении Миндяк выполнено структурное картирование поверхности, открытых и подземных горных выработок, проведены тектонофизические, петрофизические, литолого-фациальные и петрогеохимические исследования, а также выполнен анализ материалов разведочных и эксплуатационных работ. По данным проведенных исследований получены следующие основные результаты:

1. Изучено строение рудовмещающего разреза месторождения [Знаменский, Мичурин, 2011], который представляет собой пакет надвиговых пластин, сложенных (снизу вверх): 1) ирендыкскими пироксен-плагиоклазовыми порфиритами и их туфами (D_{2e_1}) мощностью 350–400 м; 2) карбонатным олистостромом (C_{1t-v}) мощностью 0–90 м с обломками известняков и олистолитами серпентинитов; 3) меланжированными серпентинитами, пироксенитами, габбро и горнблендитами мощностью 0–200 м; 4) полимиктовым олистостромом (C_1) мощностью 0–300 м; 5) терригенно-карбонатными отложениями (C_{1v}) мощностью 0–300 м; 6) меланжированными ультрабазитами мощностью 0–250 м; 7) карбонатным олистостромом (C_{1v}) мощностью 50–350 м; 8) вулканогенно-осадочными и кремнистыми отложениями ($D_3?$); 9) известняками с поздневизейско-серпуховской макрофауной мощностью до 400 м. Судя по возрасту пород, слагающих пластины, образование последних произошло в послесерпуховское время, т.е. в позднем палеозое.

Золото-сульфидное оруденение концентрируется в пластине полимиктового олистострома. Олистостром включает олистолиты и олистоплаки размером до нескольких сотен метров, сложенные породами офиолитовой ассоциации: серпентинитами, пироксенитами, роговообманковыми габбро, эффузивными диабазы с подушечной отдельностью и их брекчиями, а также известняковыми брекчиями с раннекаменноугольными фораминиферами, кремнями и песчаниками неизвестного возраста. Диабазы по химическому составу, в т.ч. и по распределению РЗЭ, существенно отличаются от раннекаменноугольных вулканитов, и по петрографическим и геохимическим особенностям идентичны натриевым океаническим базальтам поляковской свиты (O_2). Связующей массой тектонических обломков и глыб служит дислоцированный углеродсодержащий глинисто-кремнистый матрикс. Геологами ЦНИГРИ полимиктовый олистостром ошибочно выделяется в качестве рудоносной «диабазовой» толщи березовской свиты [Бородаевский, 1960; Золотоносность..., 2005]. В пределах олистострома оруденение развито в олистоплаках диабазов и их брекчий.

2. Выявлена геолого-структурная позиция месторождения. Оно расположено в узле пересечения региональных коллизионных разломов: северо-восточного надвига и наложенной на него тектонической зоны малоамплитудных левых сдвигов и косых разрывов близмеридионального простирания (рис.). Рудовмещающий интервал надвига состоит из субширотного правого и северо-западного левого трансферных сдвигов, ограничивающих месторождение с севера и юга соответственно, и системы чешуйчатых западновергентных взбросо-надвигов, образовавшихся между трансферами на северо-западном крыле антиформы.

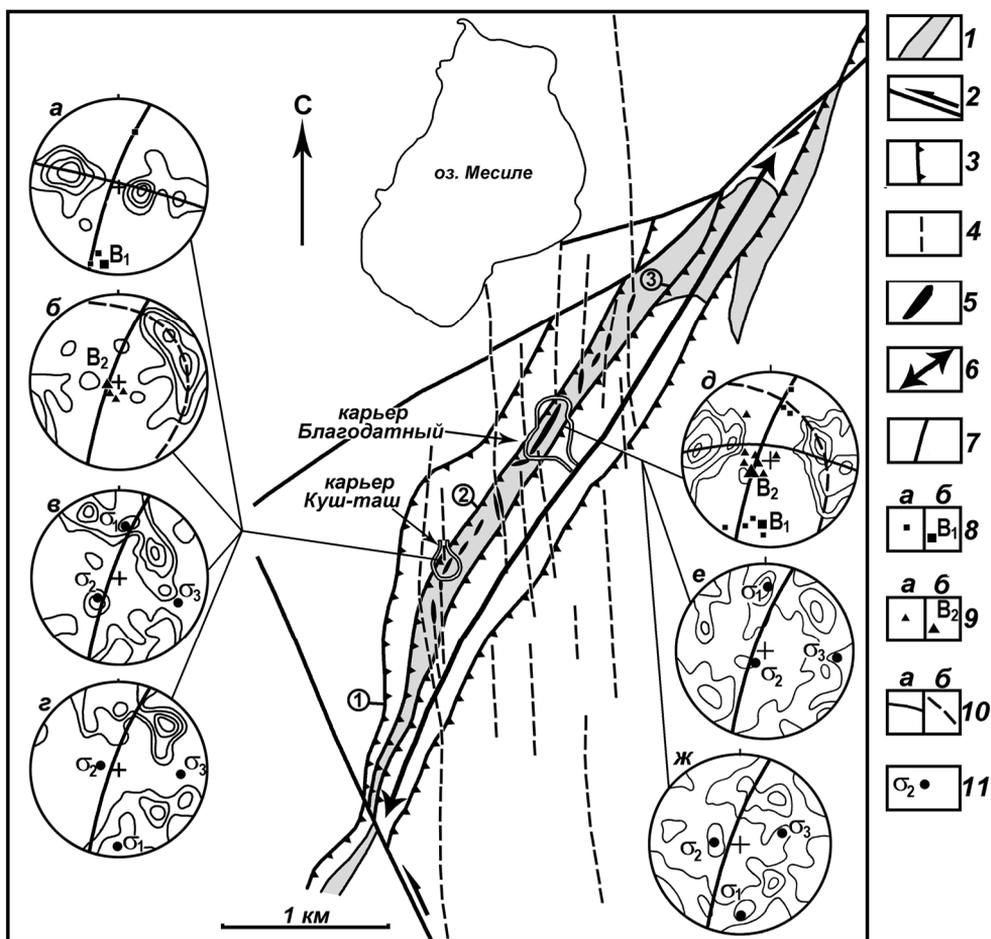


Рис. Схема, иллюстрирующая структурную позицию месторождения Миндяк. Составлена с использованием данных Миндякского рудника.

а-ж – диаграммы (сетка Вульфа, верхняя полусфера) плотностей полюсов слоистости (а, б, д, е), рудных прожилков пиритового (в, е) и сульфидно-кварц-карбонатного (г, ж) состава: а – количество замеров 55, изолинии соответствуют 1-2-4-8 %; б – количество замеров 56, изолинии соответствуют 1-2-4-8 %; в – количество замеров 82, изолинии соответствуют 1-2-4-8 %; г – количество замеров 75, изолинии соответствуют 1-2-4-6 %; д – количество замеров 101, изолинии соответствуют 1-2-4-8-12 %; е – количество замеров 94, изолинии соответствуют 1-3-5 %; ж – количество замеров 85, изолинии соответствуют 1-3-5 %.

1 – рудовмещающая пластина полимиктового олистодрома с олитоплаками диабазов и их брекчий; 2 – трансферные сдвиги; 3 – взбросо-надвиги; 4 – левые сдвиги и косые разрывы; 5 – рудные тела; 6 – ось антиформы; 7-11 – на диаграммах: 7 – плоскости разломов, ограничивающих рудовмещающую сдвиговую зону; 8 – замеренные шарниры складок волочения F_1 (а) и F_2 (б), связанных с надвиговыми и сдвиговыми движениями по граничных разломах соответственно; 9 – реконструированные оси складчатости F_1 (а) и F_2 (б); 10 – плоскости симметрии складчатости F_1 (а) и F_2 (б); 11 – оси главных нормальных напряжений (σ_1 – максимальных, σ_2 – средних, σ_3 – минимальных). Арабскими цифрами в кружках обозначены взбросо-надвиги: 1 – Главный, 2 – Западный, 3 – Восточный.

3. Установлена ведущая роль сдвиговых деформаций в локальном структурном контроле оруденения месторождения Миндяк. Золото-сульфидная минерализация развита во вторичных разрывах правосдвиговой зоны, образовавшейся на месте взбросо-надвиговой пластины. В условиях близширотного сжатия, господствовавшего на рудном этапе, размещение оруденения контролировалось изгибами растяжения разломов, в морфологическом отношении представляющих собой зоны расланцевания, мелких сколов и трещиноватости. Охарактеризована структурная модель рудного тела месторождения, основными элементами которой являются: 1) магистральный рудолокализирующий разлом, определяющий генеральное простирание рудного тела; 2) оперяющие и пересекающие его второстепенные разрывные нарушения, обуславливающие склонение рудного тела и создающие апофизы; 3) ореолы вкрапленной и прожилково-вкрапленной минерализации, сопровождающие магистральный разлом и вторичные нарушения.

4. Выяснено, что литологический контроль оруденения месторождения Миндяк олистоплаками диабазов в значительной мере обусловлен петрофизическими и геохимическими факторами. Полимиктовый олистостром представляет собой гетерогенную в петрофизическом отношении среду, характеризующуюся сочетанием пластично-малопрочных глинисто-кремнистых пород цемента (? 0.26; V_p 4.83 км/с; V_s 2.76 км/с; G 19.7 ГПа; E 49.5 ГПа) и олистоплаков вязко-прочных известняков (? 0.28; V_p 6.06 км/с; V_s 3.36 км/с; G 30.8 ГПа; E 78.8 ГПа); пластично-малопрочных антигоритовых серпентинитов (? 0.30; V_p 4.91 км/с; V_s 2.63 км/с; G 18.5 ГПа; E 48.1 ГПа) и хрупко-прочных диабазов (? 0.22; V_p 5.41 км/с; V_s 3.24 км/с; G 29 ГПа; E 70.8 ГПа), содержащих в межподушечном пространстве весьма пластичные брекчии (? = 0.34)¹. Среди пород олистострома наиболее благоприятными для формирования разрывных структур были олистоплаки диабазов и их брекчий. Сочетание контрастных по физико-механическим свойствам хрупко-прочных и пластичных пород способствовало образованию в рудовмещающих олистоплаках зон расланцевания (в брекчиях) и трещиноватости и мелких разрывов (в диабазах). Развитие этих разрывных структур сопровождалось формированием кварц-хлорит-серицитовых сланцев и ранней прожилково-вкрапленной пиритовой минерализации. Рудовмещающие сланцы по упруго-прочностным и хрупко-пластическим параметрам отвечают хрупко-малопрочному петрофизическому типу пород (? 0.14; V_p 4.46 км/с; V_s 2.87 км/с; G 23.6 ГПа; E 53.9 ГПа), в связи с чем они были благоприятными для реализации хрупких деформаций и формирования поздней сульфидно-кварц-карбонатной прожилковой минерализации. Геохимические факторы, способствовавшие локализации золотого оруденения в полимиктовом олистостроме, рассмотрены в тезисах С. В. Мичурина и С. Е. Знаменского (см. настоящий сборник).

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ и АН РБ (грант 11-05-97021-р_поволжье_a).

Литература

Бородаевская М. Б., Беликова А. Г. Золоторудное месторождение Миндяк // Геология главнейших золоторудных месторождений Урала. М.: ОБТИ, 1952. Т. III. С. 108–138.

¹ ? – коэффициент Пуассона; V_p – скорость продольных ультразвуковых волн; V_s – скорость поперечных ультразвуковых волн; G – модуль сдвига; E – модуль Юнга.

Бородаевский Н. И. Материалы по методам изучения структур и геологической перспективной оценке месторождений золота. М.: ЦНИГРИ, 1960. Вып. 55. 265 с.

Знаменский С. Е., Мичурин С. В. Структурный контроль золото-сульфидного оруденения месторождения Миндяк (Магнитогорская мегазона Южного Урала) // Геология. Известия отделения наук о Земле и природных Ресурсов АН РБ. 2011. № 16. С. 47–52.

Золотоносность Урала. Объяснительная записка к карте коренной золотоносности Урала масштаба 1:1000000 / Н. К. Курбанов, П. С. Ревякин, П. Г. Кучеревский и др. М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2005. 144 с.

Казанцев Ю. В., Казанцева Т. Т., Камалетдинов М. А. Особенности структуры и ее влияние на рудообразование в районе нижнего течения р. Миндяк на Южном Урале // Новые данные по золоторудным месторождениям Урала. Свердловск: Изд-во УНЦ РАН, 1990. С. 75–81.

Сазонов В. Н., Огородников В. Н., Коротеев В. А. и др. Месторождения золота Урала. Екатеринбург: УГГГА, 1999. 570 с.

Новожилов Ю. И. Особенности структуры и локализации оруденения в лиственитизированных породах месторождения Благодатного на Южном Урале. М.: ЦНИГРИ, 1964. Вып. 68. С. 82–96.