УДК 553.3/.4:553.2

ТИПИЗАЦИЯ МАРГАНЦЕВОГО ОРУДЕНЕНИЯ ГОРНОГО АЛТАЯ И САЛАИРА

Гусев А.И.

Алтайская государственная академия образования им. В.М. Шукшина, Бийск, e-mail: anzerg@mail.ru

Марганец в повышенных промышленных количествах отмечен в вулканогенно-осадочных, терригенно-карбонатных разрезах рифея, венда, кембрия и раннего девона Горного Алтая и Салаира. Гипергенез по разрезам, обогащённым марганцем приводил к формированию кор выветривания с высокими концентрациями металла в оксидных рудах. Наиболее перспективными геолого-промышленными типами оруденения являются гидротермально-осадочный, осадочный карбонатный и гипергенный оксидный в корах выветривания. В корах выветривания выявлены перспективные пиролюзит-криптомелан-голландитовые, криптомелан-голландит-литиофоритовые и литиофоритовые руды, перспективные также и на литиевое оруденение. Предполагается, что повышенная литиевость гипергенных марганцевых руд связана с высокими концентрациями лития в рифей-вендских и кембрийских терригенно-карбонатных и вулканогенно-осадочных толщах, формировавшихся в палеодепрессиях.

Ключевые слова: терригенный, карбонатный, вулканогенный, пиролюзит, криптомелан, голландит, литиофорит, марганец, литий, запасы, прогнозные ресурсы

TYPIZATION OF MANGANESE ORE MINERALIZATION OF MOUNTAIN ALTAI AND SALAIR

Gusev A.I.

The Shukshin Altai State Academy of Education, Biisk, e-mail: anzerg@mail. ru

Manganese marked in high industrial concentration in volcanogenous-sedimentation, terrigenous-carboniferous sections of Riphean, Vendian, Cambrian and Early Devonian of Mountain Altai and Salair. Hypergenesis on the sections rich of manganese lead to forming of weathering crust with high concentrations of metal in oxide ores. Hydrothermal-sedimentation, sedimentation carbonate and hypergenesis oxide in weathering crust geology-industrial types are more perspective. The perspective pyrolusite-cryptomelane-hollandite, cryptomelane-hollandite-lithiophorite and lithiophorite ores reveal in weathering crusts that their perspective on the lithia ore mineralization. Perhaps high lithia hypergenesis manganese ores connected with high concentration of lithia in Riphean-Vendian and Cambrian terrigenous-carboniferous and volcanogenous-sedimentation slices, forming in the paleodepressions.

Keywords: terrigenous, carboniferous, volcanogenic, pyrolusite, cryptomelane, hollandite, lithiophorite, manganese, lithia, assay values, and extension ores

Марганец в Российской Федерации в настоящее время является остродефицитным сырьем, имеющим стратегическое значение. Проблема обеспечения марганцем народного хозяйства и, в первую очередь, металлургической промышленности, приобрела для России особую актуальность. Балансовые запасы марганцевых руд в Российской Федерации составляют около 150 млн. т, тогда как прогнозные ресурсы их достигают 841 млн. т. Основную роль в прогнозных ресурсах марганцевых руд Российской Федерации играет гипергенный тип месторождений (51%). В Алтае-Саянском регионе марганец образует различные геолого-промышленные типы оруденения: гидротермально-осадочный, гипергенный в корах выветривания.

Целью настоящего сообщения является типизация марганцевого оруденения Салаира и Горного Алтая и выявление его перспектив.

Результаты исследований**.** Оруденение марганца распространено в Салаире и Горном Алтае. В Салаире (Сунгайское рудное поле, Аламбайско-Сунгайский марганценосный район) распространено оруденение марганца гидротермально-осадочного типа, а также в коре выветривания (Сунгайское, Сунгайское-2, Коробейниковское и другие). В Горном Алтае марганцевое оруденение распространено в Коргонском марганец-железо-золоторудном районе и представлено вулканогенно-осадочными и гидротермально-метасоматическими рудами.

Проявление Сунгайское расположено на водоразделе рек Федоровка – Большая, в 650 м от отметки 482,7 м по азимуту 20°. Марганцевое оруденение на участке Сунгайском изучали многие исследователи (Заикин, Портянников, Быч, Батырев и др.). В 1997-2002 годах на участке проведены поисково-оценочные работы Горно-Алтайской ПСЭ. Сунгайское проявление приурочено к одноименной синклинали, выполненной породами аламбайской свиты (V-Є$_1$), подразделяемой В.А. Рожченко в районе проявления на 3 пачки: нижнюю – вулканогенно-осадочную, среднюю – черносланцевую и верхнюю кварцито-сланцевую. Интрузив-

ный магматизм представлен 2 телами серпентинитов верхнеаламбайского комплекса и телами метадиоритов и метагаббро-долеритов печеркинского комплекса.

Марганцевое оруденение локализуется в породах аламбайской свиты и подразделяется на карбонатное и оксидное. Последнее имеет основное значение. Оксидные марганцевые руды залегают в виде пластов и линз согласно с напластованием вмещающих микрокварцитов нижней и верхней пачек аламбайской свиты. Наиболее изучены отложения верхней пачки, вмещающие продуктивный горизонт мощностью от 40 до 60м и слагающие Центральную синклиналь. В продуктивном горизонте выделено 5 рудных тел.

Рудное тело № 1 представляет собой пластообразную залежь протяженностью 300-400 м, мощностью от 3,1 до 13,5 м (средняя мощность 7,2 м). Падение его северо-западное 295-300° под углами 75-90°, погружение (склонение) северное под углами 5-40°. Внутреннее строение рудного тела неоднородное. Оно состоит из серии сближенных чередующихся рудных и безрудных (кварцитовидных) слоев и линз. Рудные образования мощностью от 10 см до 1-1,5 м состоят из оксидов марганца и кварца и характеризуются брекчиевой, гнездово-прожилковой и редко – слоистой текстурами. Отмечается заметное увеличение мощности рудных слоев в замках мелких складок. Содержание марганца на поверхности варьирует от 7,79 до 12,3 %, а с глубиной увеличивается до 17,71 %, среднее содержание – 11,79 %. Содержание железа варьирует от 0,79 до 3,99 % (среднее 2,11 %), кремнезема – от 59,59 до 77,16 % (среднее 71,76 %), фосфора – от 0,08 до 0,18 % (среднее 0,01 %). Кроме того в рудном теле отмечаются повышенные концентрации (%): меди – 0,26, кобальта – 0,04, никеля – 0,18, лития – 0,0245 и золота – 0,27 г/т.

Рудное тело № 2 залегает в западном крыле Центральной синклинали. Длина по простиранию 170м. Это линзообразное тело субширотного простирания. Падение его восточное под углами 50-90°, склонение южное под углами 5-10°. Мощность рудного тела колеблется от 0,2 до 9,7 м (средняя 6,7 м). Внутреннее строение рудного тела аналогично первому рудному телу. Содержание марганца увеличивается от подошвы к кровле (от 6,56 до 20,41 %). Содержание марганца в пересечениях варьирует от 10,18 до 11,35 % (среднее 10,51 %), железа – от 1,4 до 5,81 % (среднее 1,75 %), кремнезема – от 76,26 до 73,2 % (среднее 72,34 %), фосфора – от 0,01 до 0,05 % (среднее 0,04 %), кобальта – 0,08 %. Отмечаются повышенные концентрации (%): меди – 0,3, никеля – 0,2. В одной пробе обнаружено 0,46 г/т палладия.

Рудное тело № 3 залегает в восточном крыле синклинали. Морфология рудного тела аналогична рудному телу № 1. Мощность рудного тела меняется от 1,1 до 6,5 м (средняя мощность 3,8 м). Содержания (%): марганца от 6,56 до 7,82 (среднее 6,74), железа – от 1,6 до 8,48 (среднее 2,6), кремнезема – от 72,47 до 83,93 (среднее 82,26), фосфора – от 0,04 до 0,12 (среднее 0,074). В рудном теле отсутствует медь, но отмечен вольфрам в содержаниях до 0,11 %. Отмечается повышенное содержание кобальта – 0,02 % и никеля – 0,26 %.

Рудное тело № 4 находится на одном стратиграфическом уровне с рудным телом № 3 и не исключено, что это единая рудная залежь. Мощность рудного тела 0,5 м. Содержания компонентов (%): марганца – 7,75, железа – 15,93, кремнезема – 50,87, фосфора – 0,34.

Рудное тело № 5 имеет мощность от 1 до 4,8 м и увеличивается с глубиной, (средняя мощность 2,8 м). Внутреннее строение аналогично рудному телу №2. Содержания (%): марганца – от 5 до 20,12 (среднее 13,52), железа – от 1,79 до 3,13 (среднее 2,65), кремнезема – от 52,57 до 81,0 (среднее 64,53), фосфора – от 0,02 до 0,07 (среднее 0,03). Отмечаются повышенные концентрации (в %): меди – 0,24, кобальта – 0,22, никеля – 0,12.

Минеральный состав руд. Главные рудные минералы: криптомелан и голландит (15-20 %). Второстепенные: литиофорит (3-5 %), пиролюзит (1-3 %), манганит (1-2 %), гетит и гидрогетит (2-3 %). Редкие: псиломелан, тодорокит, вернадит, пирит, пирротин, магнетит, самородное золото. Из нерудных преобладает кварц (65-70 %). Отмечаются также серицит, хлорит, каолин, монтмориллонит, гидрослюды, доломит, сидерит, плагиоклаз.

По минеральному составу среди руд выделяются: голландит-криптомелановые, литиофоритовые, пиролюзитовые и криптомелан-голландит-литиофоритовые.

Среднее содержание оксида марганца составляет 13,3 %, соотношение Mn: Fe = 3,95; содержание фосфора на 1 % Mn составляет 0,0022.

Криптомелан-голландит-литиофоритовые, литиофоритовые руды весьма интерес-

ны на предмет литиевой минерализации, связанной с окисленными рудами марганца, которая выявлена Литологической партией при проведении поисковых работ в юго-западной части Салаира (Сунгайское месторождение) и на севере Кузнецкого Алатау (Акельское проявление). Как в первом, так и во втором случае, литиофоритовые брекчии связаны с полями развития кварцитов, приуроченных к корам выветривания.

Литературные данные свидетельствуют, что этот минерал формируется в коре выветривания и образует обычно незначительные скопления в окислах марганца, среди которых литиофорит находится в составе тончайших корочек, стяжений кристаллов и натечных агрегатов размерами в первые миллиметры.

В продуктах кор выветривания литиофорит был обнаружен на месторождении Шнеберг (США), а так же описан на юго-западном Присалаирье (по р. Чумыш), на Белининском массиве.

Литийсодержащие марганцевые руды связаны с кварцитами, которые пространственно тяготеют к полям развития вулканогенно-осадочных толщ позднего докембрия (рифея – венда) и раннего кембрия. Кварциты образуют неправильные, удлиненной формы тела с пережимами и раздувами. Они достаточно хорошо картируются по коренным выходам, элювиально-делювиальным развалам, надежно дешифрируются на аэрофотоматериалах, а так же фиксируются геофизическими методами (ВЭЗ, ВЭЗ-ВП, СЭП). Литий-содержащие марганцевые тела локализуются в сильно подробленных трещиноватых участках кварцитов и имеют в основном прожилково-брекчиевую структуру. Реже встречаются сплошные землисто-сажистые и колломорфные образования.

Марганцевые руды представлены окисленными марганцевыми минералами, имеют прожилково-гнездово-вкрапленную текстуру, часто брекчиевидные, гипидиоморфнозернистую и коломорфно-зональную структуры. Минералы марганца, содержащие литий, цементируют в виде сплошных масс обломки кварцитов, составляя при этом 25-80 % общей массы породы. Здесь же присутствуют гидроокислы железа и гидрослюды.

Минералогический анализ 50 аншлифов, отобранных на Сунгайском месторождении (скважины, канавы и штуфы), показывает: в 28 из них марганец представлен голландит-криптомеланом, в 9 – пиролюзитом, в 11 аншлифах установлен литиофорит, в 11 – гетит и гидрогетит. Гематит наблюдался в 2 аншлифах. Минералогические заключения подтверждены термическим и рентгено-структурными анализами.

Особого внимания заслуживают кварцитовые брекчии, в центре которых установлен литиофорит. Литиофорит, криптомелан-голландит-литиофорит в брекчиях цементируют остроугольные обломки кварцитов. При этом цемент составляет 20-30 %, а иногда – 80 % объема породы. Литиофорит с общей формулой $(Al, Li)(OH)_2MnO_2$ содержит Li_2O в пределах 0,3-1,5 %. Химический состав по 3 штуфным пробам, показал следующие содержания основных компонентов в %: Li-0-0,107; SiO_2-73,18; Al_2O_3-6,03; MnO-8,93. Статистическими подсчетами установлено, что на Сунгайской марганценосной площади 20 % рудной массы представлено литиофоритовыми разностями, следовательно, Сунгайское месторождение можно рассматривать как перспективный источник лития с ресурсами порядка *n* x 10 тыс. тонн металла.

Карбонатное оруденение распространено в средней части (черносланцевой) пачки аламбайской свиты. Промышленных скоплений его не установлено. Максимальное содержание марганца составляет 2,11 %. Карбонатные минералы представлены манганокальцитом, кутнагоритом, анкеритом, кальцитом. Оруденение отнесено к гидротермально-осадочному типу и требует доизучения.

Запасы марганцевых руд составляют: категории C_2 – 385,9 тыс.т. руды и 45,2 тыс.т. марганца. По Сунгайскому рудному полю В.А. Рожченко оценены прогнозные ресурсы категории P_2 –42,9 млн.т руды и 5,1 млн.т марганца. В связи с тем, что на Сунгайском проявлении обнаружены промышленные руды лития с запасами в несколько десятков тысяч тонн, его следует рассматривать комплексным объектом – марганец-литиевым.

Проявление Сунгайское-2 расположено на водоразделе рек Ветловой Сунгай и Большая. Скважинами 117, 4, канавой 5 вскрыты марганцевые руды прожилковой и брекчиевидной текстур. Мощность марганцеворудных кварцитов колеблется от 1-2 м до 25-30 м, средняя мощность рудного тела 18 м. Глубина распространения оруденения 40-60 м. Марганцевое оруденение приурочено к кварцевым силицитам сунгайской свиты. По падению оно прослежено на 500 м. Форма рудных тел: разветвленная система сближенных крутопадающих

линзообразных залежей протяженностью от первых десятков метров до 250 метров и более. Средние содержания основных компонентов в рудах (в %): марганца – 12,6; железа – 3,7; фосфора – 0,05; кремнезема – 69,5. По данным спектральных анализов в марганцеворудных кварцитах наблюдается повышенное содержание (в %): никеля (0,01-0,03), кобальта (0,02-0,03), меди (0,01-0,03). Здесь же, в т.н. 535, встречены элювиальные глыбы лимонито-кварцевых брекчий, в которых спектральным анализом выявлены (в %): мышьяк – 0,3, фосфор – 1, цинк – 0,1. По полученным результатам предполагается первичный осадочный генезис оруденения с широко развитой зоной окисления марганцевых руд в коре выветривания.

Оценка прогнозных ресурсов марганца по Салаиру выполнена Н.П. Бедаревым по состоянию на 01.01. 2003 г. Предложено к учету прогнозных ресурсов марганцевых руд: категории P_2 – 16,5 млн. тонн; P_3 – 77,2 млн. т.

Другим перспективным на выявление промышленного марганцевого оруденения следует считать Коргонский марганец-железо-золоторудный район, в пределах которого выделяются Инской и Коргоно-Кедровский марганец-железорудные узлы, характеризующиеся наличием рудоносной терригенно-карбонатно-вулканогенной рудной формации. Признаки оруденения выражены в наличии проявлений родонит-браунитовых и пиролюзит-псиломелановых руд, многочисленных пунктов марганцевой минерализации и элювиально-делювиальных свалов руд с содержаниями полезного компонента от 10 до 55 %, приуроченных к осадочно-вулканогенным образованиям среднекоргонской подсвиты нижнего-среднего девона (месторождение Прозрачное и проявления Коксинское 1, Коксинское 2, Ночное Коксу), где выделяется 3 марганценосных горизонта, два из них стратиграфически ниже железорудного горизонта, третий – пространственно с ним совмещён. Мощность рудных тел на известных рудопроявлениях – от 1-2 до 8,5 м, а суммарная мощность горизонтов достигает 20-25 м, некоторые из них прослежены по простиранию до 2 км. Рудные тела крутопадающие. Кроме вулканогенно-осадочного оруденения в районе отмечены проявления гидротермально-метасоматических руд, наиболее изученным из которых является Татарское проявление.

Татарское проявление марганца расположено на водоразделе р. Татарочка – руч. Сухой Ключ. В поле развития кварц-полевошпатовых и прожилковых метасоматитов по карбонатно-терригенным породам коргонской свиты вскрыта линза родонитовых и окисленных силикатных марганцевых руд СЗ простирания. Мощность линзы 8,5 м, среднее содержание марганца 17,2 %. В составе руд присутствует родонит, спессартин, псиломелан, манганокальцит. На участке проявления установлены повышенные содержания цинка до 0,5 %; бария до 2 %; свинца до 0,07 %; золота 0,01-0,3 г/т. Золото приурочено к турмалин-содержащим метасоматитам. К СЗ от проявления на площади 1,7х 0,8 км распространены делювиальные глыбово-щебнистые гидрооксидные, реже силикатные руды с содержанием марганца до 27,59 %; серебра до 10 г/т; цинка до 1 %.

Проявление Коксинское 1 находится на хребте Коксинские Белки против устья р. Сидячихи. В составе рудоносной пачки верхнекоргонской подсвиты горизонт туфов и осадочных пород, обогащенных гематитом, с линзами гематитовых руд. В местах выклинивания железорудных тел появляются марганцовистые карбонатно-кремнистые прослои мощностью от первых сантиметров до 1,5 м, прослеживающиеся до 1,75 км, приуроченные к подошве и кровле железорудного горизонта. Содержание окиси марганца в них на севере участка до 8,07 %, на юге – 6,57 %, в остальных пробах – 1,14-1,34 %. Руда состоит из темно-вишневых обломков туфоалевролитов, сцементированных светлым кремовым карбонатом, возможно, манганокальцитом. С поверхности карбонатно-кремнистая марганцовистая порода покрыта плотной и местами рыхлой коркой марганцевых гидроокислов до 5-6 см толщиной. Последняя часто наблюдается и во вмещающих породах.

Обсуждение результатов и выводы

Фактические данные свидетельствуют о наличии четырёх основных типов марганцевого оруденения: гидротермально-осадочного в вулканогенно-осадочных толщах докембрия и девона, осадочного в терригенно-карбонатных разрезах, гидротермально-метасоматического и гипергенного в корах выветривания. В северо-восточной части Горного Алтая на территории

Республики Алтай и на юге Горной Шории также развито оруденение марганца в мел-палеогеновых корах выветривания: Чеболдагское месторождение, Бостокское, Бурчаниновское и другие проявления [1, 2]. В этой части региона выделен Селезень-Антропксий марганценосный район гипергенного типа в трёх рудных узлах: Селезень-Антропкском, Больше-Ишинском и Сугульско-Бирюлинском. В этих районах проявлены также карбонатные руды осадочного типа с родохрозитом, манганосидеритом и манганокальцитом. Местами в рудах этих районов отмечаются повышенные концентрации лития и литиофорит.

Таким образом, наиболее перспективными районами промышленных концентраций марганцевого оруденения являются:

1 – коренные марганец-железорудные накопления среди вулканогенно-осадочных толщ девона (коргонская свита);

2 – юго-западный Салаир (Шалапско-Сунгайская площадь), где развиты поля докембрийских образований рифея-венда и нижнего палеозоя и связанных с ними марганценосных кварцитов коры выветривания, где происходит существенная концентрация марганца;

3 – гидротермально-метасоматический тип в девонских образованиях с повышенными концентрациями марганца (Татарское месторождение);

4 – Селезень-Антропский марганценосный район, где получили развитие карбонатное марганцевое оруденение в рифей-вендских и кембрийских породах осадочного происхождения и оксидное гипергенное в мел-палеогеновых корах выветривния. Марганцевое оруденение пространственно ассоциирует с проявлениями типа SEDEX в черносланцевых разрезах древних толщ венд-кембрийского уровня и приурочено к палеовпадинам с сероводородным заражением [1, 3]. Установлено, что в этих проявлениях родохрозит обладает повышенными концентрациями лития. Возможно, повышенная литиеносность оксидных руд в корах выветривания связана с повышенными концентрациями этого металла в осадках древних палеобассейнов.

Во втором типе выявлено комплексное марганец-литиевое оруденение в корах выветривания с повышенными концентрациями платиноидов (палладия) и золота. Распоряжением правительства Российской Федерации (1996 год) литий отнесен к списку стратегических редких металлов. Это увеличивает важность и перспективность сунгайского комплексного марганец-литиевого оруденения.

Следовательно, марганцевое оруденение в регионе относится к перспективным геолого-промышленным типам и по запасам и прогнозным ресурсам может стать предметом отработки.

Список литературы

1. Гусев А.И. Перспективы северо-восточной части Горного Алтая на марганцевое оруденение // Природные ресурсы Горного Алтая: геология, геофизика, экология, минеральные, водные и лесные ресурсы Алтая. Горно-Алтайск, 2004. – №2. – С.16-18.

2. Гусев А.И. Минерагения и полезные ископаемые Республики Алтай. – Бийск: Изд-во АГАО, 2010. – 385 с.

3. Гусев А.И. Салаиро-Алтае-Тувинский уровень стратиформного оруденения типа SEDEX // Современные наукоёмкие технологии, 2011. – № 4. – С.23-27.