

ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ГОРНОГО АЛТАЯ НА МАРГАНЦЕВОЕ ОРУДЕНЕНИЕ

А.И. Гусев

ОАО «Горно-Алтайская экспедиция», с.
Малоенисейское

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 и Западной Сибири особую актуальность. Металлургические заводы ЗСМК и КМК испытывают дефицит марганцевого сырья. 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 России (по состоянию на 01.01.1998 г.) играет гипергенный тип месторождений (51%).

Марганцевое оруденение северо-восточной части Горного Алтая представлено доминирующим гипергенным оксидным типом, сформировавшимся в мел-палеогеновых корах выветривания. Оно формируется *in situ* при остаточном накоплении марганца в элювии, или возникает в процессе окисления марганценосных отложений в пределах коры выветривания. Наиболее благоприятными для образования гипергенных месторождений марганца являются карстовый рельеф или площади распространения сильно дислоцированных крутозалегающих толщ марганценосных карбонатных пород, разбитых разломами и системами трещин, по которым процессы окисления проникают на большие глубины, а концентрация марганца происходит вдоль линейных зон. Таким условиям отвечают протяжённые участки развития венд-кембрийских кремнисто-карбонатных образований на северо-востоке Горного Алтая, значительно тектонизированные вдоль крупных разломов субмеридиональной (Тайнушинский), северо-восточной (Ушпинский, Сиинский и другие) и северо-западной (Бийский) ориентировок. В условиях пенеплена при пологом залегании пород рудные тела гипергенных месторождений занимают большие площади, имеют пластовую форму и характеризуются отчетливым зональным строением (Чеболдагское 1 и 2, Курсогаш).

Гипергенные руды являются продуктом длительного выветривания первично обогащённых марганцем карбонатных и кремнисто-карбонатных пород, из которых в больших количествах удаляются кремнезем, кальций и углекислота. Первичные двухвалентные соединения марганца переходят в четырехвалентные, преимущественно тодорокит и псиломелан, которые, в свою очередь, превращаются в пиролюзит, наиболее устойчивый в зоне окисления марганцевый минерал. Первичная обогащённость марганцем пород, по которым развивается кора выветривания, имеет важнейшее значение. Палеофациальные исследования, проведенные нами на территории северо-восточного Алтая, показали, что инициальная обогащённость кремнисто-карбонатных и карбонатных разрезов венд-кембрийского уровня обязана сложному сочетанию гидротермально-осадочных и хемогенных процессов, протекавших в условиях восстановительной среды. В областях развития марганцевого оруденения среди карбонатных и кремнисто-карбонатных образований марганец находился в форме родохрозита и манганокальцита. При этом, как правило, оба марганцевых минерала ассоциируют с тонкой вкрапленностью пирита и шнуровидными выделениями органического материала, указывающими на возможное сероводородное заражение бассейнов седиментации. Марганцевое оруденение пространственно ассоциирует с проявлениями типа SEDEX в черносланцевых разрезах тех же свит венд-кембрийского уровня в Горном Алтае, Горной Шории и Салаире и приурочено к локальным палеовпадинам с сероводородным заражением [1,2]. Родохрозит встречается в отдельных горизонтах карбонатных пород (мощностью 0,2-7 м), содержащих небольшое количество кварца. В районе рек Селезень, Ушпа, Бурчаниновка, Иша, Паспаул родохрозит отмечен в двух генерациях. Первая из них образует мелкие колломорфные выделения размерами 0,1-1,5 мм и тесно ассоциирует с коллофаном, пылевидным пиритом фрамбоидального строения. Содержания оксида марганца в первой генерации высоки и составляют от 42,1 до 44,1 мас. %. Микротвёрдость колломорфных выделений родохрозита варьирует от 720 до 790 кгс/мм². Вторая генерация встречается реже и представлена правильными кристалликами размерами 2-4 мм. В нём отмечаются значительно более низкие концентрации оксида марганца (37,2 - 38,4 мас.%). Микротвёрдость родохрозита второй генерации колеблется от 656 до 710 кгс/мм². Взаимоотношение генераций родохрозита указывает на образование поздних кристаллов за счёт перекристаллизации колломорфных выделений минерала. Родохрозит второй генерации отмечен в парагенезисе с диабластическим пиритом, реже дисульфидом железа кубического габитуса.

Манганокальцит также приурочен к участкам развития первой генерации родохрозита. Он формирует неправильные зёрна размером до 2,5 мм. Микроскопическим анализом содержания компонентов в манганокальците варьируют (мас.%): оксида марганца от 17,4 до 19,8, СаО от 25,3 до 27,5. Микротвёрдость манганокальцита даёт узкий интервал значений (470-485 кгс/мм²).

На Чеболдагском месторождении и Бостокском проявлении отмечен редкий марганцовистый кальцит, образующий правильные кристаллики размерами 1-3 мм. В нём содержание оксида марганца осциллирует от 2,1 до 4,2 мас.%, а микротвёрдость составляет 340-355 кгс/мм².

На Чеболдагском месторождении среди родохрозитовых руд отмечен редкий пироксманит в виде

зернистых агрегатов розового цвета размерами до 0,3 мм. Содержания оксида марганца в нём составляют 32,1 мас.%, SiO₂ – 32-43 мас.%, FeO – 12-13 мас.%. Микротвёрдость 450-470 кгс/мм².

Содержания элементов-примесей в минералах руд показаны в таблице. Обращает на себя внимание резкое деплетирование почти всех элементов-примесей в родохрозите второй генерации. Эта закономерность подтверждается и заметным снижением микротвёрдости поздней генерации родохрозита.

В целом рассмотрение геологических особенностей локализации, состава первичных марганцовистых образований и руд коры выветривания показывают некоторые аналогии с марганцевым Усинским месторождением [3].

Содержания элементов-примесей в минералах (мас.%)

Элементы	Родохрозит 1, N=3	Родохрозит 2, N=5	Манганокальцит, N=3	Марганцовистый кальцит, N=2	Пирролизит, N=6
Титан	0,1-0,5	0,05-0,2	0,05-0,1	0,05-0,1	0,05-0,08
Ванадий	0,2-0,3	0,06-0,08	0,06-0,08	0,02-0,05	0,08-0,12
Хром	0,05-0,1	0,02-0,07	0,01-0,03	0,01-0,02	0,06-0,13
Фосфор	0,2-0,5	0,1-0,3	0,02-0,04	0,01-0,03	0,08-0,16
Литий	0,1-0,2	0,1-0,2	0,05-0,1	0,06-0,2	0,1-0,3
Свинец	0,05-0,1	0,02-0,08	0,02-0,04	0,02-0,03	0,05-0,11
Цинк	0,1-0,3	0,08-0,2	0,06-0,08	0,07-0,09	0,08-0,12
Медь	0,1-0,5	0,1-0,2	0,08-0,09	0,05-0,08	0,08-0,13
Иттрий	0,02-0,03	0,03-0,05	0,002-0,003	0,003-0,005	0,003-0,006

Примечание. Анализы выполнены полуколичественным спектральным методом в лаборатории института геохимии СО РАН (г. Иркутск); N- количество проб.

В регионе марганцевое оруденение гипергенного типа распространено в трёх рудных узлах: Селезень-Антропском, Больше-Ишинском и Сугульско-Бирюлинском.

Селезень-Антропский марганценосный узел располагается к северу от Бийского разлома в бассейнах рек Антроп, Ушпа, Ульмень, Сия, Селезень и приурочен к области распространения венд-нижнекембрийских образований эсконгинской свиты, а также кремнисто-карбонатных разрезов манжерокской свиты нижнего кембрия, по которым произошло образование кор выветривания (мел-палеоген) и реовенация повышенных содержаний марганца с концентрацией до промышленных скоплений в результате инфильтрационных процессов. В пределах узла выделяются 4 рудных поля: Чеболдагское, Бурчаниновское, Антропское, Бостокское.

Промышленное марганцевое оруденение локализовано в пределах Чеболдагского рудного поля, где по палеотектоническому анализу и геоморфологическим данным выявляется депрессия субмеридиональной ориентировки, совпадающая с направлением нижнего течения р. Селезень. В приустьевой части р. Селезень среди известняков обнаружены горизонты кремнисто-карбонатных пород, содержащие родохрозит. Мощности горизонтов варьируют от 0,5 до 2,5 м. Горизонты, содержащие родохрозит, выделяются розовой окраской среди светло-серых и серых известняков. Пачка указанных известняков с горизонтами кремнисто-карбонатных пород (с родохрозитом) по простиранию прослеживаются в район Чеболдагского месторождения. Здесь образовались площадные и линейные коры выветривания по породам венда-нижнего кембрия, содержащим повышенные концентрации марганца. В рудном поле разведанные месторождения Чеболдаг I, и Чеболдаг II, Северо-Чеболдагское, Курсогаш, Шишка, представляют собой гипергенные месторождения, локализованные в кварцитах, образовавшихся по породам эсконгинской свиты (V-C₁). На Чеболдагском месторождении выделяются (по данным В.Д. Яшина) две рудные залежи инфильтрационного происхождения: нижняя, мощностью 14 м, и верхняя, мощностью 7 м, разделенные 12-метровым интервалом пустых кварцитов. Запасы марганцевой руды составляют 2,1 млн. т с содержаниями марганца от 7 до 75% (среднее содержание 10%). Особый интерес представляют богатые руды почковидного, натёчного строения и крупные стяжения массивного пирролизита и псиломелана. Из вторичных минералов более редким распространением пользуются тодорокит и вернадит. Содержание фосфора в рудах варьируют от 0,5 до 0,8%. Удельная рудоносность марганцевой руды по Чеболдагскому рудному полю составляет 126650 т/км². Прогнозные ресурсы марганцевой руды категории P₂ по Чеболдагскому рудному полю оценены в 4,5 млн.т.

Аналогичная обстановка марганценакопления в депрессионных структурах наблюдается в районе Антропа, Салазана и Личима, где также развиты линейные и площадные коры выветривания по венд-нижнекембрийским отложениям и имеются многочисленные проявления марганца в коре выветривания. Концентрации марганца в рудах достигают 20-35%. На Бостокском проявлении линейная кора выветривания, приуроченная к Ушпинскому разлому, развита по алевролитам, известнякам, алевропесчаникам эсконгинской свиты. Кора выветривания сложена сливными и брекчированными кварцитами. Марганцевое оруденение цементирует обломки кварцитов в брекчиях. Руды сложены

пирролизитом, псиломеланом, полианитом, вадом. Отмечаются натёчные образования марганцевых минералов с хорошо выраженной колломорфной текстурой. Содержания в богатых рудах составляют (%): MnO – 1,04-6,8; MnO_2 – 43,5-71,6; марганец металлический – 48,8. Линзы марганцевых сливных руд весьма скромны (0,5-0,8×10-15 м).

Помимо гипергенного оруденения на Бостокском проявлении отмечен и гидротермальный тип, приуроченный к зоне Ушпинского разлома. Зона жильной минерализации представлена прожилками кварца и жилами от 0,5 до 10 см с кальцитом, анкеритом, манганкальцитом, пиритом и пирролизитом. Поздние прожилки манганкальцита имеют мощность от 0,5 до 1 см. пирролизит образует гнёзда размером 1×3 см в контакте кварца и манганкальцита. Общая ширина зоны минерализации более 50 м. Содержание марганца в зоне более 10 %.

Выделяются 3 потенциальных рудных поля: Бурчаниновское, Бостокское и Антропское, в которых имеют место все признаки марганценоности, как и в Чеболдагском рудном поле. Прогнозные ресурсы марганцевой руды категории P_2 для них составляют при коэффициенте подобия 0,5 для:

Бурчаниновского рудного поля площадью 132 км²: $Q = 126650 \text{ т/км}^2 \times 130 \text{ км}^2 \times 0,5 = 8,2 \text{ млн. т.}$ марганцевой руды;

Антропского рудного поля площадью 60 км²: $Q = 126650 \text{ т/км}^2 \times 60 \text{ км}^2 \times 0,5 = 3,8 \text{ млн. т.}$ марганцевой руды;

Бостокского рудного поля площадью 75 км²: $Q = 126650 \text{ т/км}^2 \times 75 \times 0,5 = 4,7 \text{ млн. т.}$

Общие прогнозные ресурсы марганцевой руды по 4 рудным полям Селезень-Антропского марганценозного рудного узла составляют 21,2 млн.т.

Прогнозируемый Больше-Ишинский марганценозный рудный узел располагается западнее и юго-западнее Турочакского гранитоидного массива в бассейне р. Большая Иша и её притоков. Он контролируется выходами карбонатно-терригенных образований эсконгинской свиты, а также серией разломов (Тайнушицкого, Кузупканского и других), вдоль которых образовались линейные коры выветривания. В целом рудный узел находится на продолжении предыдущего к юго-западу. Многочисленные проявления и пункты минерализации марганца представлены корами выветривания (мощностью от 15 до 30 м), или продуктами разрушения кор выветривания в виде обломков кварцитов, сцементированных гидроксидными марганца. Реже отмечаются сливные пирролизит-псиломелановые фрагменты с содержанием оксида марганца до 35%. Часто марганцевые проявления содержат значительное количество железа. Местами отмечены площадные шлиховые ореолы псиломелана (по ручью Барсонак – 15 км²), охватывающие поле остаточной коры выветривания в приконтактной части Турочакского гранитного массива с отложениями эсконгинской свиты. В контуре ореола в логах наблюдается обилие глыб бурых железняков и марганцевых руд.

В пределах прогнозируемого рудного узла выделены 3 рудных поля: Карагайское, Больше-Ишинское и Осиновское. По аналогии с Чеболдагским эталоном оценены прогнозные ресурсы категории P_2 марганцевой руды в рудных полях.

Прогнозируемое Карагайское рудное поле площадью 120 км²: $Q = 126650 \text{ т/км}^2 \times 120 \times 0,4 = 6,0 \text{ млн. т.}$

Прогнозируемое Больше-Ишинское рудное поле площадью 70 км²: $Q = 126650 \text{ т/км}^2 \times 70 \times 0,4 = 3,5 \text{ млн. т.}$

Прогнозируемое Осиновское рудное поле площадью 110 км²: $Q = 126650 \text{ т/км}^2 \times 110 \times 0,4 = 5,6 \text{ млн. т.}$

Суммарные прогнозные ресурсы марганцевой руды в пределах прогнозируемого Больше-Ишинского марганценозного рудного узла составляют 15,1 млн.т.

Прогнозируемый Сугульско-Бирюлинский марганценозный рудный узел располагается южнее предыдущего, в бассейнах рек Улалушка, Паспаул, Сайдыс, Майма и приурочен к терригенно-карбонатным и кремнисто-терригенно-карбонатным образованиям эсконгинской свиты и баратальской серии, тектонизированных вдоль Паспаульского, Малоишинского, Тайнушинского, Майминского и других разломов меридиональной и субмеридиональной ориентировок. Мощности линейных кор выветривания вдоль указанных дизъюнктивов колеблются от 10 до 20 м. Марганцевое оруденение представлено проявлениями Бирюлинским, Колбашка, Сугульским, Урлуспакским и рядом пунктов минерализации в виде линз оксидов марганца мощностью от 0,7 до 1,5 м и протяжённостью в несколько десятков метров. Руды сложены кремнисто-псиломелановой массой с пирролизитом. Концентрации составляют (%): MnO – от 10 до 16,8, MnO_2 – от 8,7 до 12,5, P_2O_5 – от 0,1 до 0,28.

В рудном узле выделены 3 прогнозируемых рудных поля: Колбашкинское, Сугульское, Бирюлинское. Оруденение изучено весьма слабо, однако обнаруживает сходство с таковым в районе месторождения Чеболдаг. Прогнозные ресурсы руды категории P_2 определены для перспективных площадей.

Прогнозируемое Колбашкинское рудное поле площадью 60 км²: $Q = 126650 \times 60 \times 0,4 = 3,0 \text{ млн. т.}$

Прогнозируемое Сугульское рудное поле площадью 75 км²: $Q = 126650 \times 75 \times 0,4 = 3,8 \text{ млн. т.}$

Прогнозируемое Бирюлинское рудное поле площадью 60 км²: $Q = 126650 \times 60 \times 0,4 = 3,0 \text{ млн. т.}$

Суммарные ресурсы марганцевой руды категории P_2 для Сугульско-Бирюлинского рудного узла составляют 9,8 млн.т.

Литература

1. Гусев А.И., Рожченко В.А. Эксгальционно-осадочный рудогенез в разрезах кембрия и девона Горного Алтая, Салаира и Горной Шории // Материалы Международной научно-технической

конференции «Горно-геологическое образование в Сибири. 100 лет на службе науки и производства». Томск, 2001, - с. 211-214.

2. Гусев А.И. Металлогения золота Горного Алтая и южной части Горной Шории. Томск, Изд-во STT, 2003, 308 с.
3. Ожогина Е.Г., Якунина О.А. Минералогические особенности карбонатных марганцевых руд Усинского месторождения // Известия секции наук о Земле. РАЕН, 2002, № 9, с. 190-196.