

Часть 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ

*А. И. Брусницын, Е. Н. Перова, О. С. Верецагин,
С. Н. Бритвин, Н. В. Платонова, В. В. Шиловских
Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург
brusspb@yandex.ru*

Генетическая минералогия марганцевых руд месторождения Ушкатын-III, Центральный Казахстан

Месторождение Ушкатын-III находится в 15 км к востоку от пос. Жайрем в Центральном Казахстане. Оно является самым крупным эксплуатирующимся марганцевым месторождением Казахстана и одним из наиболее крупных марганцеворудных объектов в мире. Месторождение открыто в 1962 г. и разрабатывается с 1982 г. К этому периоду был выполнен основной объем работ по изучению месторождения, результаты которых не потеряли своего значения до сих пор [Каюпова, 1974; Бузмаков и др., 1975; Рожнов, 1982; Калинин, 1985]. Тем не менее, материалы предшественников сейчас нуждаются в уточнении и дополнении. В связи с этим в 2016–2018 гг. дополнительно исследована минералогия марганцевых руд и вмещающих их пород, а полученная информация проинтерпретирована в свете современных представлений о марганцевом рудогенезе.

Месторождение расположено в западной части Жаильминской мульды (грабен-синклинали), в ее северном борту. Эта крупная рифтогенная структура возникла в позднем девоне при деструкции эпикаледонского Центрально-Казахстанского континентального блока [Варенцов и др., 1993]. Рудовмещающими являются терригенно-карбонатные отложения верхнего девона (D₃fr) циклического строения [Бузмаков и др., 1975]. В основании чередующихся ритмов залегают органогенно-детритовые известняки, а в кровле – узловато-слоистые кремнистые известняки. Последние содержат пласты марганцевых и железных руд. В небольшом количестве (не более 10 % от объема рудоносной толщи) на месторождении присутствуют вулканогенные породы.

На месторождении установлено 14 рудных тел. Каждое из них представляет собой стратиформную залежь с ритмично-слоистым внутренним строением, обусловленным чередованием рудных слоев и известняков. Мощность отдельных ритмов внутри залежей варьирует от 15 см до 1 м, а рудных тел в целом – от 5 до 25 м. В свою очередь, серия сближенных залежей группируется в продуктивную пачку, прослеженную по простиранию почти на 5 км и по падению на 760 м при мощности 50–150 м. Таким образом, залежи, по сути, – это насыщенные рудными слоями горизонты в полосчатой известняковой толще. На месторождении преобладают марганцевые руды, железные (гематитовые) и железо-марганцевые (якобитовые) руды развиты ограничено.

Марганцевые руды представляют собой микрозернистые породы слоистой и линзовидно-полосчатой текстур. В их составе методами оптической и электронной

микроскопии, рентгенофазового и микрозондового анализов диагностированы: киноварь*¹, кварц, рутил*, *церианит**, торианит*, гематит, пирофанит*, гаусманит, магнетит, яковсит, *криptomелан*, *литофорит**, оксикальциоромеит*, браунит, циркон*, тефроит, сонолит*, аллеганит*, манганаксинит, родонит, кариопилит*, фриделит, неотокит, пирофиллит*, пеннантит, клинохлор, фенгит, флогопит, тальк*, парсеттенсит, эгглетонит*, альбит, калиевый полевой шпат, апатит, барит, кальцит, родохрозит, кутнагорит*, доломит*, флюорит, саркинит, арсеноклазит (акрохродит?)*, тилазит*, ретциан-La*, гаспарит-La* и пиробелонит*. Кроме того, В. В. Калинин [1985] отмечает в рудах манганит, а М. М. Каюпова [1974] – сфалерит, галенит, пирит, биксбит, *пиролозит*, *голландит*, *коронадит*, *вернадит*, *гетит*, спессартин, пьомонтит, кентролит, манганпиросмалит, брендтит и *пироморфит*. Итого 62 минерала.

Большинство минералов являются второстепенными (1–5 % от объема породы) или акцессорными (< 1 об. %), и только восемь минералов относятся к породообразующим (> 5 об. %). По набору главных минералов руды делятся на два типа: 1) браунитовые: браунит + кальцит + кварц ± альбит и 2) гаусманитовые: гаусманит + кальцит + родохрозит ± тефроит (сонолит, аллеганит) ± фриделит (кариопилит). Эти типы руд могут слагать как самостоятельные пласты, так и сочетаться в пределах единого пласта. В последнем случае смена минерального состава руд происходит в результате замещения браунита гаусманитом и ассоциирующими с ним силикатами и родохрозитом.

Генезис месторождения традиционно рассматривается как гидротермально-осадочный. Изучение минералогии руд позволяет реконструировать некоторые условия накопления и постседиментационных преобразований марганценосных отложений. Основные результаты сводятся к следующим.

1. Обращает на себя внимание однообразие текстур и минерального состава руд (на уровне главных фаз). При больших размерах продуктивной пачки в ее строении принимают участие всего два типа руд, причем рудные залежи целиком или их крупные фрагменты часто сложены только какой-либо одной минеральной ассоциацией. Следовательно, физико-химические и литологические условия образования исходных отложений были одинаковыми (или очень близкими) на достаточно большом участке морского дна. Такие условия могли реализоваться в пределах крупной и более или менее изолированной от остального водоема впадине-ловушке, при поступлении в нее растворов из нескольких рассеянных по площади источников.

2. Преимущественное концентрирование марганца в составе браунита и гаусманита указывает на оксидную форму накопления металла в рудоносном осадке, как это чаще всего и происходит в современном океане. На постседиментационных стадиях первичные оксиды Mn^{3+} и Mn^{4+} (вернадит, тодорокит, бернессит и др.) трансформируются в минералы Mn^{2+} и Mn^{3+} . Образование браунита происходит в более окислительных условиях, чем гаусманита и, тем более, чем ассоциации гаусманита с тефроитом ± родохрозит [Брусницын, 2007]. Переслаивание или латеральная смена браунитовых руд гаусманитовыми свидетельствует о разных условиях преобразования осадка: более окислительных и более восстановительных, соответственно. Это достигается благодаря неравномерному содержанию в марганценосных отложениях захороненного органического вещества (ОВ). Однако по сравнению с

¹ Звездочкой отмечены минералы, впервые установленные авторами на месторождении; курсивом выделены гипергенные минералы.

оксидами марганца общее количество ОВ было невелико. Фациальная обстановка накопления и захоронения марганца была окислительной. В противном случае, и браунит, и гаусманит были бы полностью вытеснены карбонатами и/или силикатами марганца, что происходит, например, в черносланцевых толщах.

3. *PT*-параметры регионального метаморфизма марганценосных отложений не превышали уровня пренит-пумпеллитовой фации, о чем свидетельствует большое видовое разнообразие и высокие содержания в рудах гидратированных силикатов марганца (кариопилита, фриделита, пеннантита, марганцевого клинохлора, парсеттенсита и др.). Кроме того, присутствие этих минералов указывает на изначальное накопление некоторой части марганца в силикатной форме. Именно за счет трансформации исходно-осадочных силикатов происходит низкотемпературная кристаллизация «метаморфогенных» тефроита, родонита и некоторых других минералов.

4. Широкое развитие в рудах аутигенных минералов натрия и хлора (альбита, фриделита и др.) предполагает повышенную соленость придонных и/или поровых вод.

5. В химическом составе гаусманита и якобсита часто устанавливается примесь цинка (до 2.5 мас. % ZnO). Кроме того, в рудах диагностированы минералы типичных «гидротермальных» элементов – В, F, Zn, As, Sb, Ва и Рb. Набор аксессуарных фаз роднит изученные марганцевые руды с барит-свинцовыми рудами того же месторождения Ушкатын-III (Ва–Рb руды здесь залегают стратиграфически ниже и смещены по латерали относительно марганценосной пачки), а также с расположенными в пределах этой же региональной структуры полиметаллическими (барит-свинцово-цинковыми) рудами месторождений Жайремской группы. Возможно, Fe–Mn, Ва–Рb и Ва–Рb–Zn руды являются продуктами развития если не единой, то, во всяком случае, парагенетически сопряженных рудогенерирующих систем. Не исключено также, что редкие элементы были привнесены в марганценосные отложения не в ходе их седиментации, а позднее – на стадиях захоронения, тектонических деформаций и метаморфизма. Но и этот вариант свидетельствует о парагенетической связи разного по составу и условиям образования оруденения. Сходная ситуация ранее отмечалась на месторождениях Франклин (США), Стерлинг Хил (США), Лонгбар (Швеция) и Брокен Хилл (Австралия) [Рой, 1986], а также в современных рудоносных осадках глубоководных впадин Красного моря [Бутузова, 1998].

6. Присутствие в марганцевых рудах минералов Hg и Sb (киновари и оксикальциоромеита), а во вмещающих известняках – минералов Cr (хромшпинелида и хромистого мусковита) допускает наличие в составе металлоносных отложений глубинного (мантийного?) вещества.

Работы проведены с использованием аналитических возможностей ресурсных центров СПбГУ «Рентгенодифракционные методы исследования», «Микроскопии и микроанализа» и «Геомодель». Исследования поддержаны РФФИ (проект № 16-05-00227).

Литература

Брусницын А. И. Ассоциации марганцевых минералов как индикаторы фугитивности кислорода при метаморфизме металлоносных отложений // Геохимия. 2007. № 4. С. 345–363.

Бутузова Г. Ю. Гидротермально-осадочное рудообразование в рифтовой зоне Красного моря. М.: ГЕОС, 1998. 312 с.

Бузмаков Е. И., Цибрик В. И., Рожнов А. А., Серeda В. Я., Радченко Н. М. Стратиформные железо-марганцевые и полиметаллические месторождения Ушкатынского рудного поля (Центральный Казахстан) // Геология рудных месторождений. 1975. № 1. С. 32–46.

Варенцов И. М., Веймарн А. Б., Рожнов А. А., Цибрик В. И., Соклова А. Л. Геохимическая модель формирования марганцевых руд фаменского рифтогенного бассейна Казахстана (главные компоненты, редкие земли, рассеянные элементы) // Литология и полезные ископаемые. 1993. № 3. С. 56–79.

Калинин В. В. Комплексные железо-марганцевые и цинк-свинец-баритовые руды месторождений Ушкатынской группы (Центральный Казахстан) // Вулканогенно-осадочные и гидротермальные марганцевые месторождения. М.: Наука, 1985. С. 5–64.

Каюпова М. М. Минералогия железных и марганцевых руд Западного Атасу (Центральный Казахстан). Алма-Ата: Наука, 1974.

Рой С. Месторождения марганца / пер с англ. Е. Г. Гурвича и др.; под ред. В. Н. Холодова. М.: Мир, 1986. 520 с.

Рожнов А. А. Сравнительная характеристика марганцевых месторождений атасуйского и никопольско-чиатурского типов // Геология и геохимия марганца. М.: Наука, 1982. С. 116–121.

Е. Н. Перова, Н. А. Власенко, О. С. Верещазин

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург
perova_uni@rambler.ru*

Арсенаты и ванадаты железо-марганцевого месторождения Жомарт (Центральный Казахстан)

Совместная локализация марганцевых пород и месторождений полиметаллических руд дает большое разнообразие редких минералов. Сочетание этих двух типов руд проявляется достаточно редко. Наиболее известны месторождения Лонгбан (Швеция) и Стерлинг-Хилл (США), которые послужили местом открытия большого количества новых минералов.

Месторождение Жомарт входит в состав Жайремского рудного узла (Центральный Казахстан), где на небольшом расстоянии друг от друга располагаются стратиформные залежи свинцово-цинковых, баритовых и железо-марганцевых руд. Такое сочетание позволило выделить особый тип комплексных месторождений – атасуйский. В геологическом плане месторождение Жомарт приурочено к северному крылу одноименной синклинали, являющейся частью юго-западного крыла Жаильминского синклинория. Железистые и марганцевые рудные пласты залегают согласно с вмещающими породами кремнисто-карбонатного состава [Рожнов, 1982]. Главными типами руд месторождения являются браунитовые и гаусманитовые, гораздо менее широко развиты яacobитовые породы. Помимо рудных марганцевых минералов, породы содержат также силикатно-карбонатную минерализацию, основными минералами которой являются тефроит, фриделит, родонит, спессартин, а также карбонаты кальцит-родохрозитового ряда.

Минералогия месторождения подробно описана в монографии М. М. Каюповой [1974]. Скрупулезность и точность минералогических исследований, проделанных в конце 60-х–начале 70-х гг. не может не вызвать восхищения. Однако современ-