

**СЕКЦИЯ 3. МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. СОВРЕМЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ.
ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ГЕОЛОГИИ.**

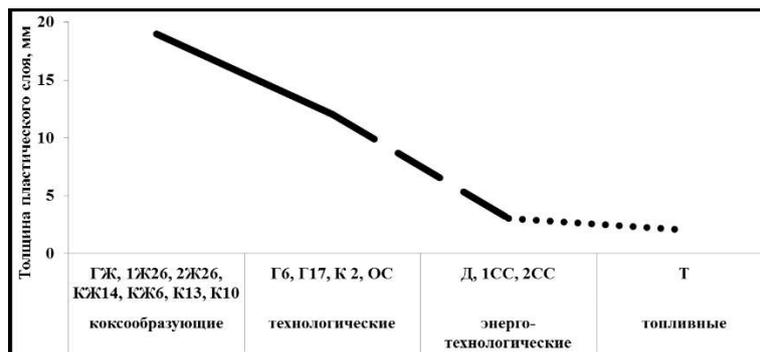


Рис. 2. График распределения природных типов каменных углей при ранжировании по ГОСТ8162-79

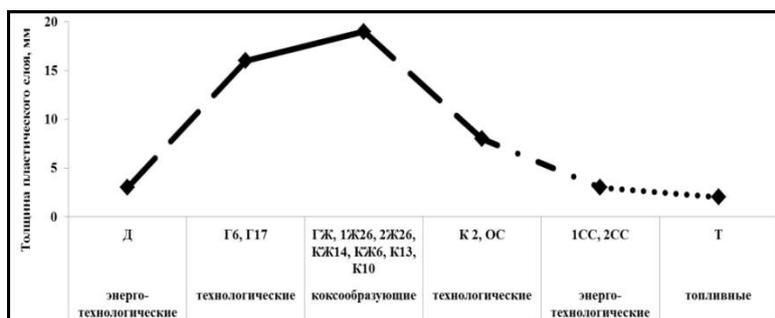


Рис. 3. График распределения природных типов каменных углей при ранжировании по ГОСТ8162-79 с учётом их технологической принадлежности

Таким образом, сравнение предложенной систематизации и стандартов 8162-73 и 25543-2013 показывает обоснованность подхода по типизации запасов: коксующиеся и энергетические как вид запасов, и коксообразующие, технологические, энерготехнологические, топливные как тип запасов. Вид запасов определяется по природному типу ископаемого угля, а тип запасов по его основному направлению, как природная сортность.

Литература

1. Иванов В.П. Промышленно-энергетическая классификация углей для типизации запасов // Недропользование XXI век. – 2015. – № 5. – С. 116–123.
2. Иванов В.П. Охотников К.В. Особенности выделения технологических групп в марках при подсчёте запасов углей. / Разведка и охрана недр. – 2017. – № 6. – С.42–48.
3. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твёрдых горючих ископаемых. Угли и горючие сланцы [Электронный ресурс] – Доступ из информ.-правовой системы «Консультант Плюс».
4. Ювицкий А.З. и др. Методика разведки угольных месторождений Кузнецкого бассейна: / ред кол: Э.М. Сендерзон (гл. ред.) и др. – Кемерово: Книжное издательство, 1978. – 235 с.

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ООЛИТОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ ЛИСАКОВСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОРГАЙСКИЙ ПРОГИБ, КАЗАХСТАН)**

И.В. Рева, А.М. Сорокина

Научные руководители профессор А.К. Мазуров, доцент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучением оолитовых железных руд Лисаковского месторождения в разное время занимались многие ученые (Формозова, 1959; Яницкий, 1960; Слипченко, 1981; Бекмухаметов 2003; Голубовская 2003; Билялов 2004). Проведены работы по минералогическому и геохимическому исследованию руд, накоплены знания в области генетического образования руд. В частности в последних исследованиях Б.Д. Билялова детально изучены вопросы рудогенеза оолитовых железных руд Лисаковского месторождения и закономерности их размещения [2].

Актуальность исследования обусловлена тем, что в рудах Лисаковского месторождения не до конца изучено наличие редкоземельных элементов, форма их нахождения и генезис. Также до конца не ясен генезис оолитовых железняков Лисаковского месторождения.

Крупнейшее промышленное Лисаковское месторождение разведано полностью и разрабатывается карьерным способом с начала 70-х годов в Главной залежи. Длина древней долины реки, к которой приучены руды

месторождения, около 100 км при ширине 3...10 км и в отдельных пережимах сужается до 500 м. Западная часть месторождения протягивается вдоль правобережья р. Тобол. Восточная часть расположена на Тоболо-Убаганском водоразделе [1].

Лисаковское месторождение оолитовых железных руд приурочено к континентальным среднеолигоценым осадкам кутанбулакской свиты [5]. Месторождение протягивается в широтном направлении от западного борта Тургайского прогиба к его осевой части. Речная долина с приуроченными к ней рудными отложениями была прослежена скважинами колонкового бурения. Ложе древней речной долины Лисаковки в верховьях ручья Котюбок и к юго-западу от него находится непосредственно на размытой и неровной поверхности пород палеозойского фундамента. Поверхность палеозойского фундамента западного борта Тургайского прогиба от ручья Котюбок по направлению на восток полого погружается на глубину и скрывается под толщей мезокайнозойских осадочных рыхлых пород. Соответственно этому ложе древней речной долины Лисаковки, спускаясь с палеозойского фундамента, переходит с него на поверхность осадков морского палеогена, где врезается в толщу чеганских глин нижнего олигоцена и верхнего эоцена, а местами в залегающие под ними кварцево-глауконитовые пески и опоквидные песчаники эоцена и палеоцена.

Рудные залежи сложены в основном рудами гидрогетитового типа, представленными оолитовыми песками и песчаниками с немногочисленными маломощными прослоями гравийно-галечниковых и алевролитово-глинистых отложений [4]. Б.В. Слипченко относит их к русловым фациям аллювия на основе морфологии рудных тел, их эрозийных контактов с подстилающими породами, косой слоистости потокового типа, наличия крупных растительных остатков в виде обломков стволов и лигнитизированного детрита, быстрой вертикальной и латеральной изменчивости состава отложений и аутигенных минералов с окисной формой железа. В нижних горизонтах рудных залежей на отдельных участках в западной и реже в восточных частях месторождения локально распространены руды хлоритового типа, представленные глинисто-алевролитовыми отложениями с тонкой горизонтальной слоистостью, содержащими аутигенные железистые хлориты в виде цемента, оолитов и концентратов в оолитах.

Рудные залежи лисаковской субформации включают по степени окисленности и времени окисления железа три типа руд: окисные, закисные и окисленные. Среди них по структурно-текстурным особенностям и вещественному составу Б.Д. Биляловым выделяется три минеральных типа: 1) окисный гидрогетитовый русловой фации, 2) окисно-закисный гидрогетит-сидерит-хлоритовый речных долин и 3) окисленный обохренных руд коры выветривания [2].

По содержанию железа оолитовые руды всех минеральных типов делятся на три сорта: первый сорт содержит 40 % и выше, второй от 30 до 40 % и третий от 20 до 30 %. Руды первого и второго сорта относятся к категории промышленных балансовых руд, а руды третьего сорта к забалансовым [1].

Материалом для нашего исследования послужили штучные пробы, отобранные в бортах карьера Главной залежи Лисаковского месторождения. По каждой пробе были изготовлены шлифы и аншлифы для минералогических исследований, а также подготовлены пробы для геохимических анализов.

Минеральный состав и структурные особенности руд описывались с помощью рудного микроскопа ПОЛАМ Р-312 и бинокуляра МСП-1.

Образцы руды представлены мелко и среднезернистым кварцево-оолитовым песком. Цвет от серо-зеленого буровато-черного до черного. В зависимости от соотношения кварцевых зерен к оолитам руда имеет разную окраску, чем больше оолитов содержится в руде, тем темнее окраска.

Визуально рудные образцы разделяются на рыхлый и слабоцементированный оолитовые железняки и плотносцементированные железистые корки. Оолитовые железняки имеют бурюю окраску, мелко- и среднезернистую структуру, слабоцементированные или рыхлые, похожие на песок. Состоят, как правило, из гидрогетитовых оолитов и ооидов с преобладающим размером 0,1...0,6 мм. Железистые корки характеризуются коричневатой-черной окраской, микрокристаллической и коллоидной структурой. Также были отмечены лимонит-гетитовые микрозернистые агрегаты, напоминающие ожелезненные древесные остатки [4].

При помощи энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного микроскопа (ЭДФ, модель HORIBA XGT-7200) выполнялся рентгенофлуоресцентный анализ для определения химического состава руд.

По результатам анализов руды Лисаковского месторождения содержат: Fe₂O₃ от 31.8 % до 71.3 %, что объясняется наличием в руде, в различных соотношениях SiO₂ от 7.66 % до 43.68 %. Содержание Al₂O₃ от 2.62 до 6.33 %, алюминий скорее всего связан с цементом. Содержание MnO, Na₂O, K₂O TiO₂ составляет от 0.07 % до 1.02 % что является незначительным. Содержание P₂O₅ колеблется в пределах от 0.85 % до 2.21 %, результаты сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) позволили выявить фосфат редкоземельных элементов (РЗЭ) в рудах месторождения. Это фосфат РЗЭ характеризуется выдержанным трендом Ce > La ≥ Nd с долей P₂O₅ до 33 %. Он распространен в виде включений неправильных ксеноморфных форм, как правило, в гидрогетитовых оолитах, реже в железистом цементе. По составу, форме и минеральной ассоциации данный минерал аналогичен фосфату РЗЭ, который встречается в морских железняках Бакчарского месторождения [7]. На данный момент этот минерал является единственной установленной минеральной формой фосфора в рудах Лисаковского месторождения.

Помимо основных рудных минералов в рудах были зафиксированы включения галенита (рис. а), арсенопирита (рис. б) и барита. Учитывая низкую устойчивость сульфидов в гипергенных условиях, следует рассматривать эти минералы как аутигенные, то есть сформировавшиеся *in situ*.

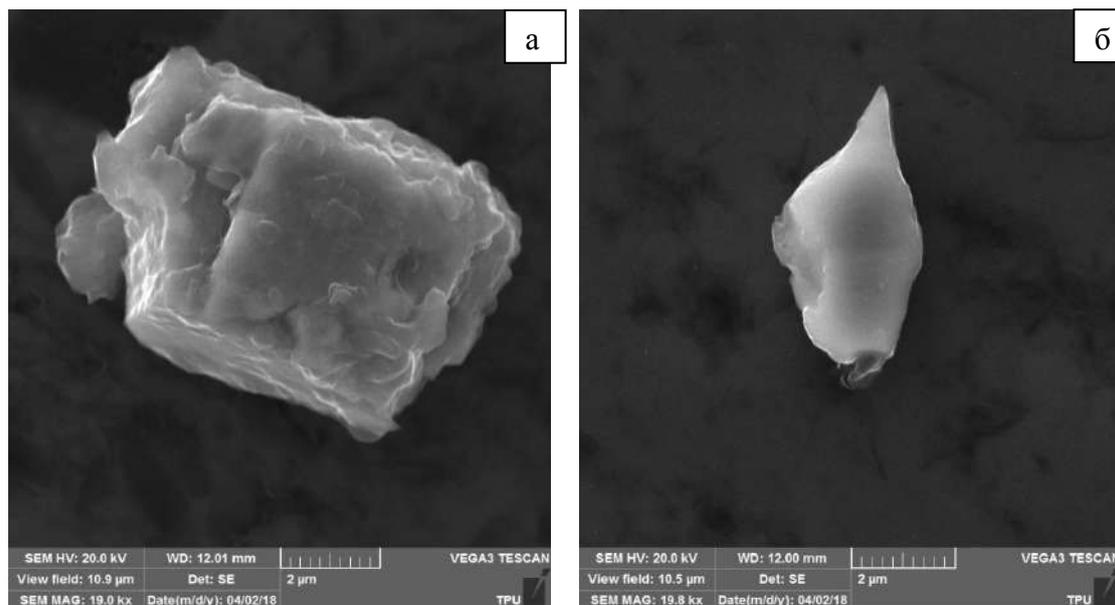


Рис. Микровключения галенита (а) и арсенипирита (б) в рудах Лисаковского месторождения

Электронная микроскопия выполнялась на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 SBU. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта 18-35-00022.

Литература

1. Бекмухаметов А.Е., Билялов Б.Д. Металлогения экзогенных руд железа Торгайского прогиба перспективы промышленного освоения их Лисаковским ГОК // Алматы: НИЦ «Гылым». – 2003. – 366 с.
2. Билялов Б.Д. Металлогения оолитовых руд железа Торгайского прогиба и геологическое обеспечение разработки и обогащения их Лисаковским ГОКом: Автореферат дис. ... докт. геол.-мин. наук. – Алматы, 2004. – 67 с.
3. Слипченко Б.В. О двух генетических типах оолитовых железных руд Лисаковского месторождения (Северный Казахстан) // Геологический журнал. – 1981. – Т 41. – № 6. – С. 53–61.
4. Сорокина А.М. Особенности минерального состава оолитовых железных руд Лисаковского месторождения (Торгайский прогиб, Казахстан) // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 155-летию со дня рождения академика В.А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М.А. Усова, основателей Сибирской горно-геологической школы, и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири. В 2-х томах. Том 1 / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2018. – 191–193 с.
5. Яницкий А.Л. Олигоценные оолитовые железные руды Северного Тургая и их генезис. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 220 с.
6. Ramanaidou E.R., Wells M.A. 13.13 – Sedimentary Hosted Iron Ores // Treatise on Geochemistry. – 2014. – P. 313–355.
7. Rudmin M., Mazurov A., Banerjee S. Origin of ooidal ironstones in relation to warming events: Cretaceous-Eocene Bakchar deposit, south-east Western Siberia // Marine and Petroleum Geology. Elsevier, 2019. – Vol. 100. – P. 309–325.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО ДРОБЛЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.В. Савинова¹, А.А. Жерлицын²

¹Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

²Институт сильноточной электроники СО РАН г. Томск, Россия

Процесс дезинтеграции (дробление и измельчение) сырья является одним из самых ресурсозатратных этапов в цикле подготовки материала для химико-металлургической переработки. Как правило, процессы разрушения твердых материалов применяются не только в горно-обоганительной промышленности, но и в целлюлозно-бумажной для подготовки древесины, в пищевой промышленности, в производстве медицинских препаратов, при переработке бытовых и промышленных отходов и в ряде других отраслей. Очевидно, что они являются одними из массовых, но в тоже время затратными (по некоторым данным [5] затраты составляют от 45 до 60 % от общих расходов) и, как правило, не удовлетворяющими ряду требований промышленного производства (низкая селективность, малая эффективность для особо твердых материалов, не обеспечивают необходимую крупность материала). Одним из перспективных способов дезинтеграции материалов на сегодняшний день считается электроразрядный метод, сущность которого заключается в разрушении вещества при формировании канала электрического разряда внутри твердого тела, помещенного в жидкость.