

**ФАЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ НАКОПЛЕНИЯ ООИДОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ ЛИСАКОВСКОГО  
МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТУРГАЙСКИЙ ПРОГИБ, СЕВЕРНЫЙ КАЗАХСТАН)**

**Калинина Н.А., Рудмин М.А.**

Научный руководитель - доцент М.А. Рудмин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ооидовые железняки накапливались на протяжении фанерозойского эона, от кембрия до недавнего времени, вслед за более ранними формациями докембрийских полосчатых железистых кварцитов. Известно более 500 месторождений, обобщенных как фанерозойские ооидовые железняки [2]. Среди них выделяют два основных типа: морские и континентальные (аллювиальные и аллювиально-озерные). Континентальные месторождения представляют собой богатые железом обломочные горизонты русловых отложений кайнозоя. Обломочные породы представлены широким спектром речных и аллювиально-озерных пород с высоким содержанием железа, от гравийных аргиллитов до внутриформационных валунных конгломератов. [1, 3] Континентальные месторождения широко распространены в районе Пильбара (Западная Австралия) [1] и в Тургайском прогибе (Северный Казахстан) [6, 7]. Цель данной работы заключается в детальном исследовании литологических и минералогических особенностей железняков Лисаковского месторождения для оценки фациальных условий рудонакопления.

Объектом является Лисаковское месторождение, которое в общемировой практике считается эталонным примером речных олигоценовых ооидовых железняков [4]. Месторождение расположено в пределах Тургайского прогиба и приурочено к кутанбулакской свите среднего олигоцена, представленной аллювиальными, преимущественно песчаными отложениями с оолитами гидрогетита, выполняющими древние речные долины [6, 7].

В данной работе использовалось более 30 проб пород и руд, отобранных в разрезе Главной рудной залежи Лисаковского месторождения. В лабораторных исследованиях использовались следующие аналитические методы: петрографический анализ, сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), рентгенодифракционный анализ (РДА), просвечивающая электронная микроскопия (ПЭМ), рамановская спектроскопия.

Железняки Лисаковского месторождения состоят из хемогенных форменных элементов (ооидов, пелоидов и пр.) и терригенных компонентов (обломков минералов и пород), цементированных железистым цементом (аутигенные компоненты) [8]. Железосодержащие минералы образуют зёрна или цемент. Железистые зёрна представлены ооидами, пелоидами, микроооидами и онкоидами, пизоидами и прото-ооидами. Ооиды – концентрически-зональные образования размером не более 2 мм, состоящие из чередующихся зон с изменением соотношений: гидроокислы железа / филлосиликат железа. Центр ооидов, может быть, микромиктовым ступком или терригенным ядром вокруг которых образуется кортекс (корка), состоящий из «концентров» (концентрических микрослоёв). Кварц, полевые шпаты, обломки ранее образованных ооидов и пелоидов могут быть ядром ооидов. В ооидах фиксируются трещины синерезиса, заполненные гидрогетитом. Пелоиды отличаются однородным внутренним строением. Микроооиды и онкоиды имеют биоморфное внутреннее строение и размеры 0.2...2 мм и более 2 мм, соответственно. Пизоиды – это ооиды размером более 2 мм. Прото-ооиды представляю собой начальные стадии формирования ооидов и состоят из нескольких «концентров».

Руды Лисаковского месторождения схожи по минеральному и химическому составу [5]. В вертикальном разрезе на основе литологических и минералогических особенностей выделено 4 основных хемогенных литофаций железняков (рис.) и 1 терригенная литофация.

Фация ооидовых железняков с грубозернистым песчаником (рис. а) содержит более 50 % песчаных и гравелистых обломков, реже литокластов. Размер обломков достигает 3.6...4.1 мм. Обломки удлиненной и изометричной формы, полуугловатые и полуокатанные, реже окатанные. В породах наблюдаются формы роста хемогенных элементов и до 15 % прото-ооидов. Цемент гидрогетитовый, пленочно-контактный. Обломки литокластов и повышенный размер детритовых минералов при наличии железистых ооидов и прото-ооидов с неправильными очертаниями указывает на фациальные условия близкие к разгрузке седиментационного потока (конус выноса).

Фация ооидовых железняков с гидроксилалпатитом и крупнозернистой песчаной фракцией (рис. б) представлена ооидовыми железняками с гидрогетит-лепидокроковым цементом, тонкими линзами (до 10 мм) скрытокристаллического колломорфного железняка и реже глинистыми ступками. Цемент пленочно-поровый. Размер обломков от 0.5 до 2 мм. Обломки полуугловатые и полуокатанные, удлиненной и реже субизометричной формы. Породы накапливались в краевых частях руслово-дельтовых отложений.

Фация железняков с микрослоистостью и мелко-среднезернистой песчаной фракцией (рис. в) отличается небольшим размером обломков (0.15...0.3 мм) и малой долей ооидов (10 %). Цемент гидрогетитовый базальный, поровый. Среди фации имеются тонкие линзы (3...10 мм) скрытокристаллического железняка. Обломочный материал упорядочен и образует микро-слоистую текстуру. Микро-слоистость и выдержанный размер обломков может указывать на формирование пород при относительно спокойном гидродинамическом режиме. Данные породы соответствуют пойменным отложениям речной долины.

Фация ооидовых железняков с незначительной долей средне-грубозернистого песчаника (рис. г) состоит из ооидовых железняков, содержащих более 50 % форменных элементов и средне-грубозернистую песчаную фракцию, а также редкие линзы косослоистого скрытокристаллического железняка и минерализованный детрит. Форменные элементы представлены ооидами и пелоидами размером 0.2...0.8 мм. Ооидов значительно больше, чем пелоидов и они содержат большое количество концентрических зон. Размер обломочного материала от 0.2 до 1.9 мм. Цемент гидрогетит-лепидокроковый, поровый и порово-контактный, реже пленочный. Породы накапливались в основной части руслово-дельтовых отложений.

Терригенная фация глинистых алевролитов представляет собой отложения, подстилающие залежь железняков, которые состоят из алевролитовых обломков кварца и полевых шпатов (25...30 %), 60 % матрикса глинистых минералов и около 10 % аутигенных компонентов (апатит и гётит). Глинистые минералы представлены иллит-сметитом и каолинитом.

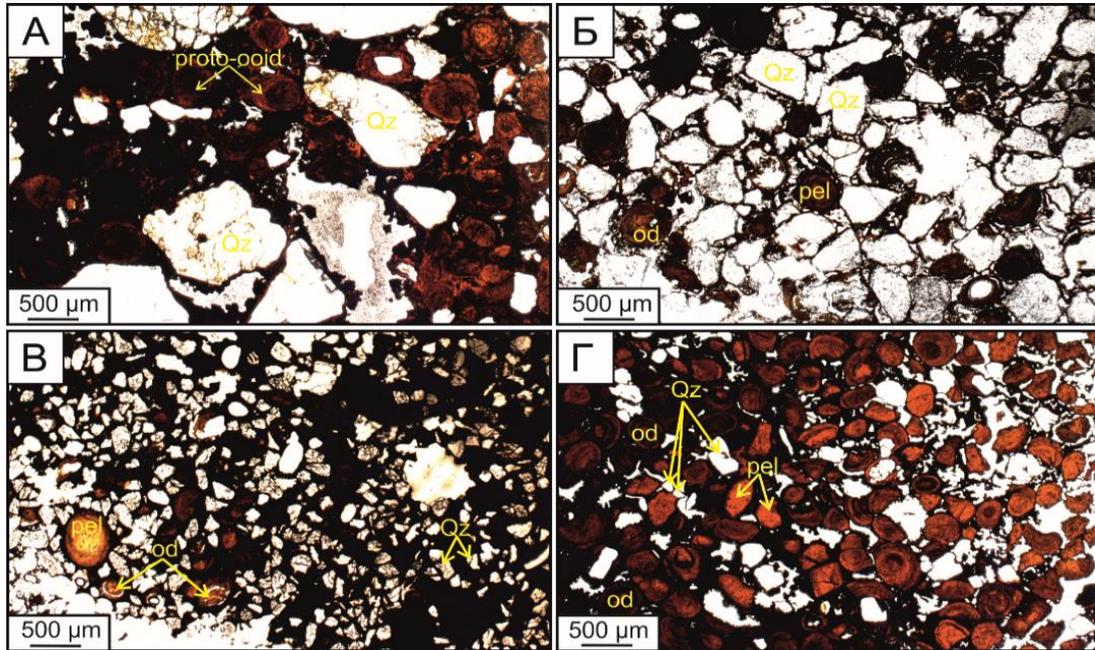


Рисунок. Микрофотографии литофаций рудной залежи Лисаковского месторождения;  
od – ооид, pel – пелоид, Qz – кварц

Изменение литофаций в разрезе рудной залежи Лисаковского месторождения указывает на смену условий осадконакопления в дельтово-русловой палео-системе. Накопление железняков с микрослоистостью и мелко-среднезернистой песчанистой фракцией указывает на отсутствие сортировки материала речным потоком, что возможно в условиях поймы. Чередование в разрезе фаций ооидовых железняков с различным размером и долей терригенного материала связано с флуктуацией седиментационного потока для дельтово-русловых отложений. На приуроченность ооидовых железных руд к аллювиальным отложениям указывают характерные литотипы и наличие пресноводной фауны и флоры [7]. Крупногалечные обломки железняков и грубозернистый песчаник распространены в западной части месторождения. Это подтверждает выводы предшественников [7, 8] о направлении речного потока с запада на восток (северо-восток). Следовательно, источники вещества Лисаковского месторождения должны располагаться западнее. Поскольку в рудной залежи встречаются крупные обломки железняков, можно заключить, что источником речных отложений могли быть размываемые, ранее сформированные залежи верхнемеловых (турон-кампан) морских ооидовых железняков подобных Аятскому месторождению.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 20-77-00007).*

#### Литература

1. Morris, R.C., Ramanaidou, E.R. Genesis of the channel iron deposits (CID) of the Pilbara region, Western Australia// Australian Journal of Earth Sciences. – 2007. – V.54(5). – P. 733–756
2. Petranek, J., Van Houten, F.B. Phanerozoic ooidal ironstones// Czech Geological Survey Special Papers. – 1997. – V. 7. – 71
3. Ramanaidou E.R., Morris R.C. A synopsis of the channel iron deposits of the Hamersley Province, Western Australia// Transactions of the Institutions of Mining and Metallurgy, Section B: Applied Earth Science. – 2010. – V. 119(1). – P. 56–59.
4. Ramanaidou E.R., Wells M.A. Sedimentary Hosted Iron Ores// Treatise on Geochemistry. – 2014. – P. – 313–355.
5. Rudmin M. et al. Minerals of Rare Earth Elements in High-Phosphorus Ooidal Ironstones of the Western Siberia and Turgai Depression // Minerals. 2020. – Vol. 10. – № 11. – P. 1–16.
6. Геология СССР. Гл. редактор А.В. Сидоренко. Т. XXXIV. Тургайский прогиб. Полезные ископаемые. Ред. тома Г.М. Тетерев. М.: «Недра», 1975. – 304 с. (Северо-Казахстанское территориальное геологическое управление).
7. Слипченко Б.В. О двух генетических типах оолитовых железных руд Лисаковского месторождения (Северный Казахстан) // Геологический журнал. – 1981. – Т. 41. – № 6. – С. 53–61.
8. Яницкий А.Л. Оligocene oolitic iron ores of the Northern Turgai and their genesis. Москва: АН СССР, 1960. – 220 с.

**ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЙ РУДНЫХ МИНЕРАЛОВ В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ПОМОЩЬЮ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА АНАЛИЗА МИКРОФОТОГРАФИЙ АНШЛИФОВ**