

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ХИМИЗМА ЖЕЛЕЗИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В ААЛЕНСКИХ ЖЕЛЕЗНЯКАХ ЛАБИНО-МАЛКИНСКОЙ ЗОНЫ (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

Калинина Н.А.

Научный руководитель доцент Рудмин М.А.

Национальный исследовательский томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Осадочные железняки представляют собой специфические железо-содержащие горные породы, распространенные в определенные периоды фанерозоя и не имеющие очевидных современных аналогов [3, 4]. Происхождение месторождений морских железняков остается дискуссионным. Основные сложности перед утверждением однотипной генетической модели связаны с определением источника вещества, процессов кристаллизации железистых минералов и механизмов формирования ооидов. Целью данной работы является анализ морфологии и химического состава железистых минералов среднеюрских (ааленских) ооидовых железняков Лабино-Малкинской зоны для понимания условий образования и трансформации минерального состава пород.

Изучаемое проявление железняков расположено в пределах Лабино-Маклинской зоны (Северо-Западный Кавказ), на левом берегу р.Хусса-Кардоникская. Разрез представлен скальным обнажением в обрыве речной террасы и сложен осадочными породами (ооидовые железняки, известняки, песчаники и фосфориты) раннего аалена (J₂). Для определения морфологии и химического состава минералов использовались методы оптической микроскопии, сканирующей электронной микроскопии с локальным рентгеноспектральным энергодисперсионным анализом, рентгенодифракционного анализа и просвечивающей электронной микроскопии с локальной электронной дифракцией.

Ооидовые железняки сложены аутигенными и терригенными минералами, а также органическим детритом. Аутигенные минералы образуют ооиды и пизоиды или входят в состав цемента пород. Железосодержащие *in situ* фазы представлены (гидро-)оксидными, глинистыми и карбонатными минералами.

Глинистые минералы (филлосиликаты) являются наиболее распространенными в изучаемом разрезе. Они образуют смешанослойные ассоциации, реже встречаются самостоятельные минеральные фазы. Филлосиликаты представлены слюдами с дефицитом межслоя (иллит), смектитами (нонтронит, сапонит, монтмориллонит) и хлоритами. Филлосиликаты в породах встречаются в виде тонкочешуйчатых (рис. 1, А) или пластинчатых (рис. 1, Б) зерен. Зерна минералов часто деформированы, изогнуты или скручены. Глинистые минералы входят в состав ооидов или цемента, при этом в ооидах в основном распространены минералы группы хлорита, а в цементе – смектита. На основе рассчитанных кристаллохимических характеристик (рис. 2), хлориты идентифицированы как тюрингит и шамозит, в единичных случаях рипидолит и брунсвингит. На картинах локальной электронной дифракции, снятых при анализе кортекса ооидов и пизоидов, хлориты отличаются рефлексами при 7.2, 3.5, 2.6, 2.5, 1.6 Å.

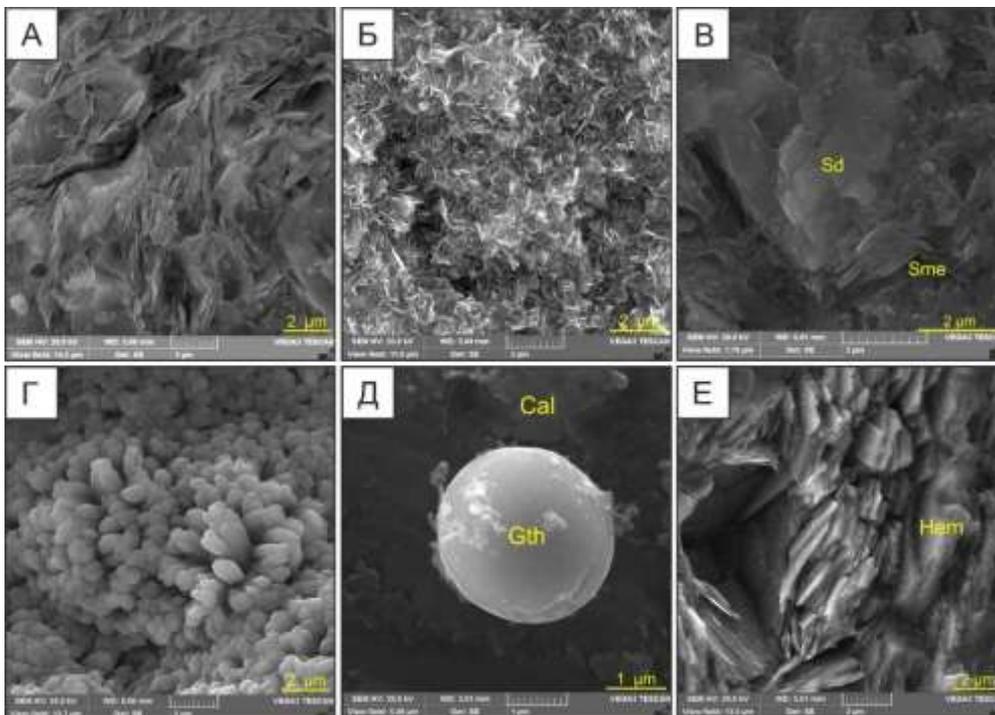


Рис. 1. СЭМ-снимки железистых минералов ооидовых железняков ааленского возраста (средняя юра, Лабино-Малкинская зона): (А) тонкочешуйчатые кристаллы смектита в цементе железняка; (Б) тонкопластинчатые кристаллы хлоритов в кортексе железистого ооида; (В) кристалл сидерита в цементе ооидового железняка; (Г) почковидные агрегаты гетита в кортексе железистого ооида; (Д) микросферула гетита в кортексе кальцитового ооида; (Е) агрегат таблитчатых зерен гематита в цементе ооидового железняка

Сидерит встречается в виде ромбоэдрических кристаллов (рис. 1, В) и зерен различного размера.

Усреднённый химический состав сидерита, следующий: Fe₂O₃ 46.7–67.2 %, CaO 0.7–6.6 %, MnO₂ 0.6–3.3, MgO 0.7–9.3. В изучаемых железняках он встречается в двух основных разновидностях: зерна в карбонатных ооидах и цемент пород. Сидерит цемента отличается более высокими содержаниями кальция и наличием примеси марганца, в то время как сидерит ооидов содержит в своем составе примесь титана.

(Гидро-)окисидные минералы менее распространены и представлены гетитом и гематитом. Гетит входит в состав ооидов/пизоидов или цемента. Гетит в ооидах обладает высокой степенью кристалличности и встречается в виде призматических кристаллов, микросферул (рис. 1., Д) или почковидных агрегатов (рис. 1., Г). На дифракционных диаграммах гетит показывает рефлексы при 4.7–4.9, 2.7, 2.4, 1.8 Å. В цементе гетит встречается чаще всего в виде прожилков. Средний состав гетита: Al₂O₃ 0.5–7.9 %, SiO₂ 1.8–13 % и Fe₂O₃общ. 65.2–89.5 %. В гетите часто присутствуют примеси P₂O₅ и TiO₂. При этом примесь фосфора (P₂O₅) в цементе составляет 0.5–1.6 %, что выше, чем в ооидах и пизоидах. Помимо этого, гетит часто частично или полностью замещает пирит и содержит в своем составе серу и мышьяк. Гематит развит ограниченно и встречается в цементе железняков в виде агрегатов пластинчатых и таблитчатых кристаллов (рис. 2., Е).

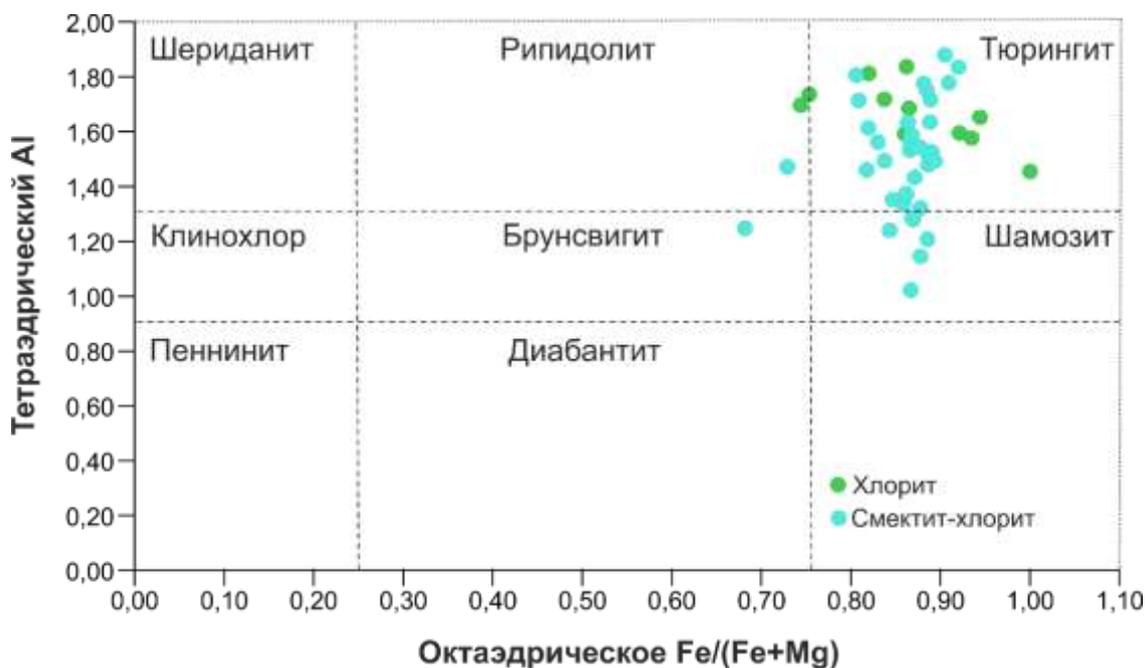


Рис. 2. Химическая диаграмма, для определения минералов группы хлоритов, на основе химического состава минерала с учетом октаэдрических и тетраэдрических катионов [1, 2]

Наличие в изучаемой осадочной последовательности одновременно оксидных, глинистых и карбонатных минералов железа указывает на переменчивые условия формирования пород. Предполагается, что кислородные условия придонного слоя древнего бассейна способствовали формированию гетита и гематита. Слабый дефицит кислорода обеспечивал благоприятные условия для кристаллизации филлосиликатов. Формирование глинистых минералов происходило в условиях щелочной морской среды, где растворение органического вещества и обломков силикатов, сопровождалось одновременным новообразованием филлосиликатов, устойчивых к этим условиям. Наличие сидеритового цемента в железняках указывает на условия аноksии, то есть сильного дефицита кислорода в придонном слое бассейна. Это подтверждается наличием фрамбоидов пирита в изучаемых слоях. Вероятней всего переменчивые условия осадконакопления были связаны либо с эвстатическими колебаниями уровня моря, либо с периодическим поступлением метеорных вод или глубинных конвективных растворов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWW-2023-0010).

Литература

1. Bailey S. W. Summary of recommendations of AIPEA nomenclature committee on clay minerals //American Mineralogist. – 1980. – Т. 65. – №. 1-2. – С. 1-7.
2. Curtis C. D. et al. Compositional variation within some sedimentary chlorites and some comments on their origin //Mineralogical Magazine. – 1985. – Т. 49. – №. 352. – С. 375-386.
3. Van Houten F. B., Bhattacharyya D. P. Phanerozoic oolitic ironstones--Geologic record and facies model //Annual Review of Earth and Planetary Sciences. – 1982. – Т. 10. – №. 1. – С. 441-457.
4. Young T. P. Phanerozoic ironstones: an introduction and review //Geological Society, London, Special Publications. – 1989. – Т. 46. – №. 1. – С. ix-xxv.