Литература

1. Пушкарев Е.В. Петрология Уктусского дунит-клинопироксенит-габбрового массива (Средний Урал). – Екатеринбург, 2000. – 298 с.
2. Сидоров Е.Г., Козлов А.П., Толстых Н.Д. Гальмоэнанский базитгипербазитовый массив и его платиноносность. – М.: Научный мир, 2012. – 288 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ХУСЫ-КАРДОНИКСКИХ ООИДОВЫХ ЖЕЛЕЗНЯКОВ СРЕДНЕЮРСКОГО ВОЗРАСТА (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

Калинина Н.А.

Научный руководитель доцент М.А. Рудмин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В северо-западной части Кавказа обнажены выходы ооидовых железных руд. Обнажения в структурно-тектоническом плане относятся к Лабино-Малкинской зоне. Эти уникальные осадочные породы представляют собой предмет исследования, заинтересовавший ученых своим ограниченным временным распространением и характерной ооидовой текстурой. Несмотря на продолжительный интерес со стороны научного сообщества, ооидовые руды в данном регионе остаются малоизученными. Последнее крупное исследование осадочных пород данного района проведено Гавриловым в начале 2000-х [1]. В настоящее время отсутствует актуальное и детальное описание ооидовых железняков данной территории и особенностей их формирования. Работа направлена на изучение условий формирования одного из выходов ооидовых железных руд в Лабино-Малкинской зоне, с целью актуализации информации и более глубокого понимания природы ооидовых руд.

В ходе исследования было изучено более ста образцов. Образцы пород изучались с помощью оптической микроскопии (петрографический анализ), сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) с локальным рентгеновским энергодисперсионным анализом, просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), рентгенофлуоресцентного анализа (РФА), масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) и рамановской спектрометрии.

Выходы железных руд, расположены в 200 км к югу от г. Ставрополь, на левом берегу реки Хусы-Кардоник. Разрез сложен осадочными породами среднеюрского возраста, джунгуарской свиты. Разрез перекрывается оскольчатыми аргиллитами нижнего байоса (рис.). Осадочный разрез сложен ооидовыми железняками, песчаниками и известняками с порослями желваковых фосфоритов (рис.). Важной чертой является разнообразие минерального состава пород. Основные *in situ* минералы включают в себя филлосиликаты (группы смектита и хлорита), карбонаты (кальцит, сидерит), оксиды (гетит, гематит, голландит, коронадит) и фосфаты (фторапатит), что свидетельствует о переменчивых условиях в процессе осаждения пород.

Оксидные минералы указывают на наличие достаточного количества растворенного в воде кислорода, что говорит о формировании пород на небольшой глубине вблизи берега. Результаты изотопного анализа указывают на возможное поступление кислорода из надземных вод. Карбонаты и филлосиликаты, являются основными минералами разреза и демонстрируют дефицит кислорода в придонной среде. Наличие фрамбоидов пирита, сидерита и геохимические индексы (повышенные значение Mo EF, V EF, V EF) позволяют выделить несколько интервалов аноксии – периодов отсутствия кислорода в придонной зоне. Таким образом одним из важных факторов контролирующим формирование пород является оксигенация морского дна.

Еще одним существенным фактором, является источник металлов. Исследования предшественников указывают, что материал поступал с континента, а основным источником служил Малкинский массив ультраосновных пород. Поступление терригенного материала в бассейн подтверждается постоянным обогащением терригенных элементов (Ti, Si, Al, Zr) и большой долей терригенной фракции (кварц, калиевый полевой шпат, циркон, ильменит). Поступление высокой доли терригенного материала в бассейн играло ключевую в формировании песчаников (слои III, VII, VIII, X, рис.).

Породы богатые карбонатами в верхней части разреза характеризуются низкой долей аллотигенного материала, что свидетельствует, об образовании пород вдали от побережья. Известняки в нижней части разреза (слой II, рис.), формировались в условиях сильного волнения, что подтверждается волнисто-слоистой текстурой. Фосфориты (рис.), содержат фрамбоиды пирита и вероятно формировались в условиях дефицита кислорода. Дефицит мог быть вызван апвелингом. Апвеллинг способствует высокому поступлению фосфора и кислородному голоданию в мелководных морях (Han et al., 2023). Основным источником карбонат- и фосфат- ионов служило разложение органического вещества.

В исследуемых породах не наблюдается прямой зависимости между количеством терригенного материала и долей железистых ооидов, что может свидетельствовать о разных источниках обломочного материала и железа. Часть железняков (слои I, IV, V, VI, рис.) характеризуются высоким содержанием терригенного материала, но при этом отличаются от песчаников повышенным содержанием ооидов и железа. Однако есть железняки (слой XI^{a}, рис.) и известняки (слой IX, рис.) с низким содержанием терригенного материала, но наличием железистых ооидов. Слабый приток терригенного материала, совместно с высокой долей железистых ооидов указывает на возможное наличие другого источника железа. В качестве такого источника могли служить просачивания гидротермальных растворов или флюидов со дна, аналогично процессам, рассматриваемым при обсуждении природы палеозойских железняков [2, 3], а также мезо-кайнозойских бассейнов [4, 5]. Возможное влияние гидротермальных флюидов подтверждается наличием флюидных включений в кальците и барите пород. Данные наблюдения позволяют

сделать вывод о том, что источником металлов могут быть гидротермальные флюиды, внедрение которых может быть связано с Маринским массивом. Этот массив, расположен ближе к зоне осадконакопления по сравнению с Малкинским, сформировался в ранней юре в процессе кальциево-щелочного магматизма. Внедрение пород Мариинского комплекса сопровождалось гидротермальным метасоматозом, приведшим к образованию золото-серебряной и полиметаллической минерализации, а также формированию баритового Каменномостского проявления [6]. Взаимосвязь ааленских железняков с Маринским массивом подтверждается высокой долей барита в железняках и наличием сульфидно-серебряной минерализации. Таким образом, несмотря на возможный вклад в формирование пород материала с континента, основным источником железа и других металлов, вероятно, были постмагматические флюидные растворы, поднимающиеся со дна.

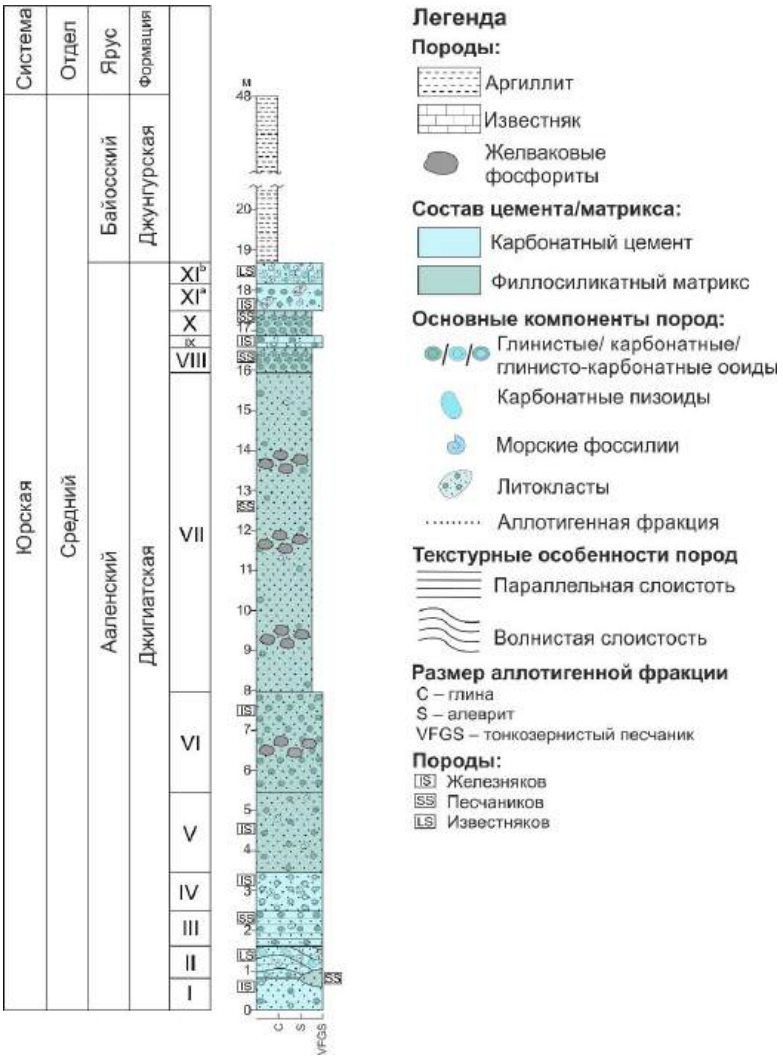


Рис. Литостратиграфическая колонка Хусы-Кардоникского разреза

Работа выполняется при финансовой поддержке проекта FSWW-2023-0010.

Литература

1. Гаврилов, Ю.О. Динамика Формирования Юрского Терригенного Комплекса Большого Кавказа. ГЕОС: Москва, 2004. – Т. 555. – 310 с.
2. Семенуха, И.Н., Черных, В.И., Соколов, В.В., Деркачева, М.Г., Греков, И.И., Энна, Н.Л., Корсаков, А.С. ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Масштаба 1:200 000 Серия Кавказская Лист K-37-VI,(XII) (Карачаевск). Объяснительная Записка. Письменный, А.Н., 2 изд.; Минприроды России, Роснедра, Карачаевочеркесскнедра, ФГУГП «Кавказгеолсъемка»: Москва, 2021.
3. Di Bella M., Sabatino G., Quartieri S., Ferretti A., Cavalazzi B., Barbieri R., Foucher F., Messori F., Italiano F. Modern Iron Ooids of Hydrothermal Origin as a Proxy for Ancient Deposits. Sci Rep. – 2019. – Vol.9. – P.1–9. doi: 10.1038/s41598-019-43181-y.
3. Pufahl, P.K., Squires, A.D., Murphy, J.B., Quesada, C., Lokier, S.W., Álvaro, J.J., Hatch, J. Ordovician Ironstone of theof the Iberian margin: Coastal upwelling, ocean anoxia and Palaeozoic biodiversity. – 2020. – Vol. 6. P. 581–604. doi:10.1002/dep2.113.

4. Rudmin, M., Mazurov, A., Banerjee, S. Origin of Ooidal Ironstones in Relation to Warming Events: Cretaceous-Eocene Bakchar Deposit, South-East Western Siberia. Mar Pet Geol. – 2019. – Vol. 100. – P. 309–325, doi:10.1016/j.marpetgeo.
5. Sturesson U., Heikoop J.M., Risk M.J. Modern and Palaeozoic Iron Ooids – a Similar Volcanic Origin. Sediment Geol. – 2000. – Vol.136. – P. 137–146. doi:10.1016/S0037-0738(00)00091-9.

ТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ МАЙТЮБИНСКОГО АНТИКЛИНОРИЯ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

Касым А.Е.[1]
Научный руководитель Е.Г. Язиков[2]
[1]Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова, г. Караганда, Казахстан
[2]Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Территория Центрального Казахстана, обусловившей геоморфологические особенности его современного рельефа, расчлененность и обнаженность этого края весьма разнообразны. Местами, например, на значительной площади Центрального Казахстана в пределах Караганда-Прибалхашского, Улутау- Джезказганского, Чингиз-Тарбагатайского и Еременьтау-Баянаульского районов дочетвертичные отложения обнаружены хорошо. Однако, это наблюдается не повсеместно, а только там, где в результате эрозии и денудации удален покров современных рыхлых образований: в Кокчетавском, Сарысу-Тенизском, Чу-Сарысуйском. В остальных районах докембрийские и палеозойские отложения обнаружены плохо. К сказанному следует добавить, что на всей территории Центрального Казахстана широким распространением пользуется Древняя кора выветривания, местами достигающая мощности в несколько десятков, а иногда и более сотни метров. Кроме того, в силу геоморфологических и климатических особенностей, на всей площади широко развиты современные делювиально-элювиальные образования. Все это обуславливает многие затруднения и различную степень изученности стратиграфии отложений, участвующих в строении разных частей Центрального Казахстана.

Формирование современного облика тектонических структур региона обусловлено весьма сложными и продолжительными геологическими процессами.

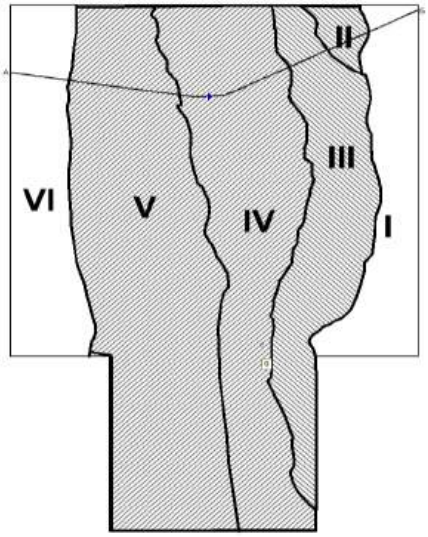
Изучаемая площадь находится в пределах развития Улутау-Арганатинского мегантиклинория, который подразделяется на карсакпайский синклинорий, майтюбинский антиклинорий и байканурский синклинорий. Строение изучаемой территории практически полностью определяется строением протерозойского тектономагматического мегацикла. Западная часть изучаемой территории покрыта раннекаледонскими формациями.

Протерозойский тектономагматический мегацикл включает в себя 4 цикла. Это карельский, готский, байкальский и исидонский тектономагматические циклы. Породы вышеперечисленных циклов отделяются друг от друга серией крупных сбросов мантийного заложения [1].

Наличие подобных сбросов обосновывается резкой сменой формационных комплексов и косвенно подтверждается результатами моделировании геологического разреза с помощью расчета прямых задач по гравиметрическим и магнитометрическим данным.

В каждом цикле наблюдается закономерная смена геосинклинальных формаций орогенными формациями. Завершается протерозойский мегацикл вендскими посторогенными формациями и в самой верхней части платформенными отложениями.

В целом протерозойский мегацикл развивался с северо-востока на юго-запад, куда закономерно передвигались геосинклинальные формации всех 4 тектономагматических циклов.



Условные обозначения:

I – Жезказган-Сарысуйская впадина;
II – Площадь распростарнения пород Карельского тектоно-магматического цикла (ТМЦ);
III – Площадь распростарнения пород Готского тектоно-магматического цикла (ТМЦ);
IV – Площадь распростарнения пород Байкальского тектоно-магматического цикла (ТМЦ);
V – Площадь распростарнения пород Исидонского тектоно-магматического цикла (ТМЦ);
VI – Байконурский синклинории;
- Площадь Майтюбинского атиклинория;
- Площадь Карсакпайского антиклинория.

Рис. Схема структурно-формационных комплексов