

## **МИНЕРАЛЫ ГРУППЫ КАОЛИНИТА В НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

### ***Людмила Галериевна Вакуленко***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории седиментологии, тел. (383)323-23-03, e-mail: VakylenkoLG@ipgg.sbras.ru

### ***Татьяна Петровна Аксенова***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, инженер лаборатории седиментологии, тел. (383)323-23-03, e-mail: AksenovaTP@ipgg.sbras.ru

### ***Петр Александрович Ян***

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, 630090, Россия, г. Новосибирск, пр. Академика Коптюга, 3, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, зав. лабораторией седиментологии, тел. (383)323-23-03, e-mail: YanPA@ipgg.sbras.ru

Выполнен анализ закономерностей распространения минералов группы каолинита в составе алеврито-глинистых и цементе терригенных нижнеюрских пород Западной Сибири. Они определяются составом и удаленностью источников сноса, условиями формирования и постседиментационного преобразования отложений.

**Ключевые слова:** каолинит, диккит, катагенез, нижняя юра, Западная Сибирь.

## **MINERALS OF THE KAOLINITE GROUP IN THE LOWER JURASSIC DEPOSITS OF WESTERN SIBERIA**

### ***Lyudmila G. Vakulenko***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Associate Professor, Leading Researcher of the Laboratory of Sedimentology, tel. (383)323-23-03, e-mail: VakylenkoLG@ipgg.sbras.ru

### ***Tatiana P. Aksenova***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Chief Engineer of the Laboratory of Sedimentology, tel. (383)323-23-03, e-mail: AksenovaTP@ipgg.sbras.ru

### ***Peter A. Yan***

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, 630090, Russia, Novosibirsk, 3 Akademik Koptuyug Prospect, Ph. D., Associate Professor, Head of the Laboratory of Sedimentology, tel. (383)323-23-03, e-mail: YanPA@ipgg.sbras.ru

The analysis of the distribution regularities of minerals of the kaolinite group in the Lower Jurassic mudstones and clastic rocks of West Siberia was carried out. These regularities are determined by the composition and distance of source rocks, depositional conditions and postsedimentary transformations of sediments.

**Key words:** kaolinite, dickite, catagenesis, Lower Jurassic, West Siberia.

Состав, распространение, генезис и индикаторные возможности отдельных слоистых силикатов, в том числе и минералов группы каолинита, в юрских отложениях Западной Сибири рассмотрены в работах Т. Ф. Антоновой, Е. А. Жуковской, О. Г. Зарипова, М. Ю. Зубкова, Б. А. Лебедева, А. Д. Коробова, Н. М. Недоливко, Г. Н. Перозио, Е. А. Предтеченской, Г. Э. Прозоровича, Р. С. Сахибгареева, З. Я. Сердюк, Э. П. Солотчиной, И. Н. Ушатинского и многих других.

Среди минералов каолиновой группы в нефтегазовой геологии большой интерес вызывают каолинит и диккит. Известно, что они имеют самую низкую емкость поглощения среди глинистых минералов, являются гидрофобными минералами, не сорбируют нефть, повышают извлечение нефти из продуктивных пластов. Присутствие перекристаллизованного каолинита, и тем более диккита, увеличивает пористость алеврито-песчаных пород из-за появления дополнительного пустотного пространства в агрегатах более крупных кристаллов указанных минералов.

Каолинит является главным компонентом кор выветривания латеритного типа, развиваясь в зоне гипергенеза в кислых условиях среды преимущественно по полевым шпатам и слюдам. Аллотигенный каолинит участвует в формировании алеврито-глинистых отложений в континентальных (аллювиально-озерно-болотных), в меньшей степени прибрежно-морских, обстановках осадконакопления. Он может являться аутигенным минералом терригенных пород, формируясь на стадии диагенеза, подстадиях начального и среднего катагенеза [5], а также в процессе наложенного низкотемпературного эпигенеза [2]. Менее распространенным минералом является диккит, образующийся в позднем катагенезе в условиях повышенных температур и давлений. Кроме того, как и каолинит, он может иметь гидротермальный генезис. По мнению А. Д. Коробова [3], диккит необходимо рассматривать как стресс-минерал, а триклинный каолинит – как антистресс-минерал.

В юрских отложениях Западной Сибири каолинит (иногда совместно с диккитом) является часто встречающимся глинистым минералом в различных гранулометрических классах терригенных и глинистых пород. Наши многолетние исследования нефтегазоносных горизонтов и горизонтов-флюидоупоров позволили получить большой фактический материал, в том числе и по минералогии глинистого вещества (аналитики Э. П. Солотчина, Г. М. Писарева), анализ которого дает возможность установить закономерности распространения, состав, генезис и индикаторные возможности отдельных слоистых силикатов при определении условий мобилизации осадочного материала, его транспортировки, седиментации и степени постседиментационных преобразований.

Изучение глинистого вещества нижнеюрских пород показало его полиминеральный состав. Основными глинистыми минералами являются диоктаэдрическая слюда  $2M_1$ , иногда с примесью  $1M$ , каолинит, хлорит, смешанослойные минералы типа иллит/сметтит. Устойчивой является ассоциация диоктаэдрической слюды, каолинита и хлорита, при преобладании или каолинита, или диоктаэдрической слюды. В данной работе представлены результаты анализа мине-

ралов группы каолинита в нижнеюрских отложениях Обь-Тазовской и Обь-Иртышской фациальных областей.

В Обь-Тазовской области состав глинистых минералов наиболее детально изучен во Фроловском районе [1, 4]. Продуктивные пласты ЮК<sub>11</sub> и ЮК<sub>10</sub> пролювиально-аллювиального генезиса сложены существенно кварцевыми, реже литокластито-кварцевыми песчаниками различной крупности, конгломератами, гравелитами и алевролитами. Каолинит совместно с разным количеством диккита формирует поровый цемент, кристаллы в пустотах полевых шпатов и в разной степени замещает их обломки, иногда вплоть до реликтов. Его содержание варьирует от первых до 15 %. Выявлена прямая зависимость между увеличением крупности терригенного материала и содержанием диккита. Увеличение доли диккита сопровождается уменьшением содержания каолинита и увеличением степени структурной упорядоченности последнего ( $K_{кр}$  – до 1). В алевролитах глинистые минералы представлены каолинитом низкой степени структурной упорядоченности ( $K_{кр} < 0,5$ ), диоктаэдрической слюдой, хлоритом и смешанослойным каолинит/диккитом. В составе нижнеюрских аргиллитов доминирует каолинит низкой степени структурной упорядоченности, диккит не обнаружен. Степень катагенеза отложений, по данным А. Н. Фомина, варьирует от конца среднего до середины позднего катагенеза (градации МК<sub>1</sub><sup>2</sup>-МК<sub>3</sub><sup>1</sup>).

Подобная ситуация в терригенных породах базальных пластов осадочного чехла наблюдалась в целом ряде скважин: Восточно-Правдинской-1305 на юге Фроловского района, Вездеходной-4 в центре Ажарминского района, Северо-Фестивальной-2 в центре Нюрольского района, Дедовской-2 на юге Колпашевского района и других. Заметное содержание каолинита обеспечивал близкий источник сноса с латеритной корой выветривания, зачастую это были местные выступы фундамента, сложенные гранитоидами. На это также указывают часто встречающиеся обломки каолинитового состава, являющиеся полностью замещенными кристаллами полевых шпатов, и наличие гиббсита (5–15 %) в составе глинистого вещества зимнего горизонта в Восточно-Правдинской-1305.

В «подтогурских» алевроито-глинистых, нередко углистых отложениях каолинит широко распространен на юге Варьеганского, Нюрольского, Колпашевского районов (Эниторская-971, Салатская-1, Пономаревская-2 и др.). Соотношения между ним и диоктаэдрической слюдой варьируют в широком диапазоне. Содержание каолинита и степень его упорядоченности меняются от 10–15 % (неупорядоченная разновидность) до 70–90 % (средняя степень структурной упорядоченности). Второстепенными минералами являются хлорит, реже иллит/смектит, иногда бертьерин. Такое изменчивое соотношение глинистых минералов можно объяснить влиянием состава и удаленности источников сноса, а также условиями формирования отложений (пойменно-болотные, лагунные). Возможно на раскристаллизацию каолинита влияет присутствие сидерита и органического вещества. Степень катагенеза отложений варьирует от градации МК<sub>1</sub><sup>2</sup> до МК<sub>3</sub><sup>1</sup>.

На севере Широкого Приобья (Варьеганский район) в «подтогурских» отложениях каолинит является второстепенным минералом как в цементе терри-

генных, так и в составе глинистых пород. На востоке Западной Сибири в Часельском фациальном районе в аллювиальных песчаниках зимнего горизонта хорошо окристаллизованный каолинит выполняет лишь отдельные поры. На юго-востоке в скважинах Восток-1, 3, 4 в составе глинистых пород, подверженных изменениям среднего катагенеза ( $МК_1^1$ - $МК_1^2$ ), каолинита – 10–25 %. Небольшое содержание его в разрезах, приближенных к областям сноса, вероятно, объясняется меньшим развитием латеритных кор выветривания полного профиля, размывом не только верхних, но и нижних их горизонтов, существенным проявлением физического выветривания.

Большой фактический материал по распределению глинистых минералов китербютского горизонта получен для юго-востока Западной Сибири. Здесь установлено 3 типа разрезов (глинистый, глинисто-алевритовый и песчаный), характеризующихся различным составом глинистого вещества. В глинистом типе (Северо-Фестивальные-1, 2, Пономаревская-2, Западно-Тымская-1 и др.) основными минералами являются диоктаэдрическая слюда и каолинит, причем доминирует либо первый, либо второй. Отношение содержания каолинита к диоктаэдрической слюде+иллит/смектиту варьирует от 0,45 до 3,84. В глинисто-алевритовом типе (Арчинская-54, 58, Южно-Тамбаевская-75, Северо-Калиновская-30 и др.) это отношение в аргиллитах ниже и в среднем составляет 0,33. В алевролитах Вездеходной-4 и Дедовской-1 каолинит преобладает (до 50 %). Характерной чертой глинистых пород третьего типа разрезов является высокое содержание в них диоктаэдрической слюды, отсутствие иллит/смекита, второстепенная роль каолинита (от 5 до 25–30 %). В аргиллитах всех типов разрезов преобладает каолинит средней степени структурной упорядоченности ( $K_{кр} = 0,4–0,6$ ). В первом типе также нередко встречается низкоупорядоченный каолинит. В отдельных случаях (Вездеходная-4, Дедовская-2) в алевролитах каолинит имеет степень упорядоченности, близкую к высокой ( $K_{кр} = 1$ ). На востоке Ажарминского района (Восток-1, 3, 4) в составе глинистого вещества содержание каолинита варьирует в пределах 10–30 %, так же, как и в разрезах Широкого Приобья.

Состав глинистых минералов существенно меняется в центральной части Уренгойского района, где нижнеюрские отложения залегают на больших глубинах (4–5 км) и подвержены изменениям подстадии позднего катагенеза, а иногда и начала метагенеза. Здесь в алеврито-глинистых породах каолинит часто отсутствует либо является второстепенным минералом (5–10, в отдельных разрезах до 20–25 %), что объясняется формированием осадков на значительном удалении от береговой линии, так как частицы каолинита по сравнению с другими глинистыми минералами обладают наибольшими размерами и осаждаются в близбереговой зоне бассейна. Такая ситуация отмечается и для глинистых отложений китербютского горизонта морского генезиса в центральной части Западной Сибири. Кроме того, для пород, затронутых значительными постседиментационными изменениями, возможен переход каолинита в более устойчивую диоктаэдрическую слюду. При этом каолинит, сформированный в континентальных пресноводных бассейнах, будет характеризоваться дли-

тельной устойчивостью в процессе постседиментационных изменений, а каолинит нормально-морских бассейнов способен изменяться с большей скоростью. В цементе грубообломочных пород в основании юрского разреза Уренгойского района отмечается диккит, а в песчаниках – небольшое количество каолинита, формирующего поровый цемент и развивающегося по обломкам полевых шпатов.

В целом, основываясь на наших данных, можно отметить, что ассоциация глинистых минералов с преобладанием каолинита в составе алеврито-глинистых пород в основном встречалась в нижнеюрских отложениях, в отличие от порового каолинита алеврито-песчаных пород, отмечающегося на многих уровнях. Судя по литературным и нашим данным, диккит в юре Западной Сибири имеет как гидротермальное, так и катагенетическое происхождение. Обнаружен он в континентальных и прибрежно-морских отложениях. Наличие в нижнеюрских породах каолинита различной структурной упорядоченности, смешанослойного каолинит/диккита и диккита можно использовать при определении обстановок осадконакопления и степени постседиментационных преобразований отложений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Диккит в нижнеюрских отложениях Талинской зоны нетегазонакопления / А. Э. Конторович, Э. П. Солотчина, Ю. П. Казанский, В. В. Казарбин // ДАН СССР. – 1995. – Т. 342, № 3. – С. 350–353.
2. Копелиович А. В. Эпигенез древних толщ юго-запада Русской платформы. – М. : Наука, 1965. – 310 с.
3. Коробов А. Д., Коробова Л. А. Пульсирующий стресс как отражение тектоно-гидротермальной активизации и его роль в формировании продуктивных коллекторов чехла (на примере Западной Сибири) // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2011. – № 6. – С. 4–12.
4. Литология коллекторов Талинского нефтяного месторождения (Западная Сибирь) / Ю. П. Казанский, В. В. Казарбин, Э. П. Солотчина и др. // Геология и геофизика. – 1993. – Т. 34, № 5. – С. 22–31.
5. Логвиненко Н. В., Орлова Л. В. Образование и изменение осадочных пород на континенте и в океане. – Л. : Недра, 1987. – 237 с.

© Л. Г. Вакуленко, Т. П. Аксенова, П. А. Ян, 2017