

М. Г. БЕРГЕР, Н. Е. КАНСКИЙ

О ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ КАТАГЕНЕТИЧЕСКИХ  
ПРЕОБРАЗОВАНИЙ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ  
КАОЛИНИТА В КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ТЕРИГЕННЫХ ПОРОДАХ  
ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 25 IV 1973)

Ранее, при исследовании каменноугольных отложений Рурского бассейна, было установлено <sup>(1)</sup>, что в процессе катагенеза степень структурного совершенства каолинита существенно возрастает. Принципиально аналогичная картина наблюдается и в каменноугольных отложениях Большого Донбасса и, по-видимому, в других районах. Особый интерес, однако, представляет детальная характеристика последовательности структурных преобразований каолинита в процессе его аградации в зоне катагенеза.

Авторами были проведены детальные рентгеноструктурные исследования каолинита цементов каменноугольных терригенных пород (преимущественно песчаников и алевролитов) Днепровско-Донецкой впадины. Степень постдиагенетических преобразований этих пород различна для разных глубин и в различных частях Днепровско-Донецкой впадины, однако в целом в пределах вскрытых бурением глубин (4500 м и несколько более) не выходит за границы стадии катагенеза. Более далеко зашедшие преобразования пород в пределах этих глубин, по существующим в настоящее время материалам, не имеют регионального распространения. В центральной части Днепровско-Донецкой впадины то же относится и к диккитизации, отдельные проявления которой установлены авторами в керновых образцах глубоких скважин, пробуренных на Глинско-Розыщевской площади и в ряде других мест. Показательно, в частности, что ниже пород, содержащих диккит, в ряде случаев вскрыты терригенные породы, в цементе которых диккит отсутствует и значительную или даже основную роль играет каолинит.

Для исследования авторами были отобраны образцы, в составе которых каолинит является единственным или резко преобладающим глинистым минералом цемента (наиболее распространенными второстепенными глинистыми минералами в большинстве образцов являются диоктаэдрические гидрослюды и смешаннослойные образования различного типа).

На основе использования наиболее детальной из существующих классификации структурных групп каолинита и диагностических дифракционных признаков каждой из этих групп <sup>((2-4) и др.)</sup> устанавливается последовательное (хотя и не строго непрерывное) увеличение степени совершенства кристаллической структуры каолинита при переходе ко все более глубоким горизонтам в пределах каждой из исследованных (всего более 10) площадей.

Изменение структурных особенностей каолинита с глубиной, соответствующее в общем тенденции повышения упорядоченности его структуры, выражается в полном или частичном исчезновении с глубиной одних структурных форм (менее совершенных, например, IX, VIII, VI, III групп — по классификации Б. Б. Звягина и М. Ф. Викуловой <sup>(2, 3)</sup>), — см. рис. 1, табл. 1), появлении новых структурных форм (как правило, более

совершенных по тому или иному показателю — VII, II, I группы) и в изменении количественных соотношений между различными структурными групшами в направлении уменьшения содержания менее совершенных (менее строго упорядоченных) и увеличения содержания более совершенных (более строго упорядоченных) структурных форм.

Необходимо отметить, однако, что и на глубинах, превышающих 4500 м, особенно на северо-западе Днепровско-Донецкой впадины (например, в пределах Харьковцевской и Артюховской площадей), достаточно широко распространены и такие структурные формы каолинита, которые не обладают высокой степенью упорядоченности структуры, в том числе VIII, VII, V, III группы, что, совместно с другими данными, указывает, очевидно, на не очень высокую степень катагенетической преобразованности терригенных пород этих горизонтов в пределах указанных площадей, не выходящую обычно за границы мезокатагенеза или самого начала апокатагенеза, по стадиальной терминологии Н. Б. Вассоевича.

Ранее, при исследовании особенностей изменений кристаллической структуры каолинита, связанных с процессами разупорядочения (деструкции или отрицательной полиморфной трансформации, по терминологии Ж. Люка и А. Г. Коссовской), уже были установлены ((<sup>5, 6</sup>) и др.) некоторые существенные стороны прохождения этих процессов. В частности, было показано, что изменения глинистых минералов, как правило, развиваются стадийно, последовательно распространяясь на различные особенности этих минералов, причем определенная последовательность прослеживается и в характере изменения их кристаллической структуры: вначале изменения затрагивают дальний порядок в структуре минерала, затем более глубоко затрагивается упорядоченность во взаимном чередовании последовательных слоев (что обусловливает, например, переход каолинита I структурной группы в группу II, а затем, возможно, и в III), и лишь затем, начиная с некоторого момента, существенные изменения распространяются на внутреннюю структуру отдельных слоев, что обусловливает, например, переход каолинита с триклининой элементарной ячейкой в каолин с псевдомоноклининой элементарной ячейкой, возможно через промежуточную стадию каолинита с выделяемой в некоторой мере условно (<sup>2</sup>) триклинико-псевдомоноклининой элементарной ячейкой. Таким образом, учитывая положение различных структурных групп каолинита в схеме классификации Б. Б. Звягина и М. Ф. Викуловой (<sup>3</sup>) (см. рис. 1, a), можно отметить, что при процессах деградации каолинит по своей структурной принадлежности в наиболее полном случае вначале смещается главным образом слева направо по указанной классификационной схеме, а затем — сверху вниз.

Результаты, полученные нами при изучении глинистого вещества каменноугольных отложений Днепровско-Донецкой впадины, позволяют дополнить сделанные ранее выводы ((<sup>5, 6</sup>) и др.) на случай широко распространенных в природе противоположных по направленности и конечным результатам процессов аградации, упорядочения (положительной полиморфной трансформации) глинистых минералов.

Как и для случая снижения структурного совершенства, при аградации каолинита устанавливается определенная последовательность изменений структуры. Эти изменения, как и в первом случае, вначале обычно затрагивают дальний порядок в структуре минерала, что выражается на полученных рентгенограммах, в частности, в увеличении количества и интенсивности рефлексов, проявляющихся в области больших углов рассеяния. Затем (или примерно одновременно с этим) ощутимым изменениям (повышению упорядоченности) подвергаются особенности чередования последовательных слоев, что выражается, например, в следующих трансформациях каолинита: IX → VIII (→ VII) или III → II (→ I), при сохранении неизменной формы его элементарной ячейки. И лишь позднее, начиная с некоторого момента, изменения затрагивают и внутреннюю

структурой отдельных слоев, обусловливая переходы типа VIII→V→II или VII→IV→I.

Подобный последовательный характер изменения структурных особенностей каолинита прослеживается практически во всех изученных разрезах Руденковской, Харьковцевской, Артюховской и других площадей. В соответствии с этим, в изученных разрезах, например по Руденковской площади (табл. 1), аутигенный каолинит верхних горизонтов представлен преимущественно (или в значительной мере) «правыми» — по схеме Б. Б. Звягина и М. Ф. Викуловой (3) (рис. 1) — структурными формами (IX, VI, III и близкие к ним); затем, с переходом на большие глубины, в значительном количестве фиксируются существенно более «левые», но в основном еще «низкие» формы (VIII, V, отчасти II, а потом и VII — на Руденковской площади, например, начиная с глубины около 3500 м). При переходе на еще более глубокие горизонты существенно преобладающими становятся уже наиболее совершенные во всех отношениях (по упорядоченности чередования последовательных слоев и полиздрических сеток и по внутренней структуре слоев) «верхние левые» структурные формы (II, а затем и I), хотя вплоть до наиболее значительных достигнутых бурением в Днепровско-Донецкой впадине глубин (превышающих по отдельным площадям 4500 м) фиксируется некоторое количество аутигенного каолинита, обладающего относительно низкой степенью совершенства тех или иных элементов кристаллической

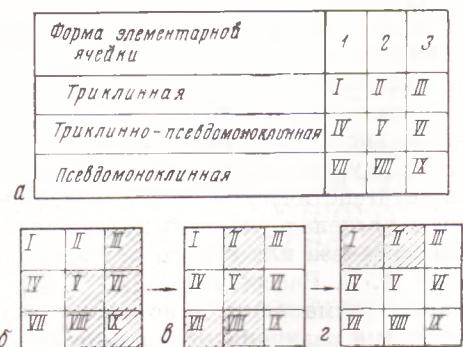


Рис. 1. Основные структурные формы каолинита (заштрихованы) в цементах зернистых пород различных горизонтов карбона Днепровско-Донецкой впадины и их эволюция при процессах аградации в зоне катагенеза (а — общая классификация структурных групп каолинита (3), б — верхние горизонты, в — промежуточные глубины, г — глубокие горизонты). 1—3 — степень упорядоченности чередования последовательных слоев: 1 — высокая (строгий период по оси C), 2 — промежуточная (не вполне строгий период по оси C), 3 — низкая (нестрогий период по оси C)

слоев и полиздрических сеток и по внутренней структуре слоев) «верхние левые» структурные формы (II, а затем и I), хотя вплоть до наиболее значительных достигнутых бурением в Днепровско-Донецкой впадине глубин

Таблица 1

Особенности вертикального распространения структурных форм каолинита в цементах зернистых пород по разрезу скв. № 2 Руденковской площади, Днепровско-Донецкая впадина

Глубина, м	Возраст	Структурные группы каолинита	
		преобладающие	второстепенные
981—991	$C_2^b$	IX—VIII, V—VI	III—II
1551—1561	$C_1^n$	IX—VIII, V—VI	III—II
1831—1841	$C_1^v$	IX—VIII, V—VI, III	II
2201—2209	»	VIII, V, III	II
2840—2848	»	VIII, V, II	III
3039—3047	»	VIII, V, II	III
3633—3635	»	VIII, V	VII, III—II
3860—3874	»	VII—VIII, II	III, V
4098—4108	»	VII—VIII, II	V
4420—4420,2	$C_1^t$	VII—VIII, II	III, V
4476—4490	»	VII—VIII, II	V, I
Верх	»	VII—VIII, II	IV—V
Низ	»	II—I	

бин (превышающих по отдельным площадям 4500 м) фиксируется некоторое количество аутигенного каолинита, обладающего относительно низкой степенью совершенства тех или иных элементов кристаллической

структуры (VII, V и даже VIII группы), причем данный факт в большинстве случаев не может быть объяснен «консервацией» («запечатыванием») каолинита углеводородными флюидами, а должен быть связан главным образом лишь со сравнительно невысокими современными и палеотемпературами, обусловившими не слишком большую глубину постдиагенетических преобразований.

Сформулированные выше основные положения, характеризующие последовательность катагенетических преобразований структурных особенностей каолинита, могут быть иллюстрированы, в частности, материалами по распространению различных структурных форм каолинита в отложениях, вскрытых скв. № 2, пробуренной на Руденковской площади в пределах Днепровско-Донецкой впадины (см. табл. 1). В разрезе этой скважины каолинит, как правило, составляет преобладающую или весьма значительную часть глинистого вещества цементов терригенных пород всех вскрытых горизонтов.

Приведенные в табл. 1 данные, как и полученные авторами материалы по другим скважинам и площадям, показывают исключительную постепенность изменения структурных особенностей каолинита с глубиной. И лишь сравнение достаточно distantных друг от друга по разрезу образцов выявляет довольно существенные изменения, претерпеваемые каолинитом в зоне катагенеза.

Кадиевский филиал Коммунарского горно-Металлургического института

Поступило  
29 III 1973

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> F.-J. Eckhardt, Proc. Intern. Clay Conf., Stockholm, 1963, v. 2, 1965. <sup>2</sup> Б. Б. Звягин, Электронография и структурная кристаллография глинистых минералов, «Наука», 1964. <sup>3</sup> М. Ф. Викулова, Б. Б. Звягин, Сов. геол., № 5, 24 (1965). <sup>4</sup> М. Г. Бергер, Литол. и полезн. ископ., № 2, 51 (1969). <sup>5</sup> Ю. П. Казанский, М. Ф. Соколова, Геология и геофизика, № 11 (1961). <sup>6</sup> М. Г. Бергер, ДАН, т. 187, № 5, 1150 (1969).