

УДК 553.492.1.061.12:551.71/.73(100)

ГЕОЛОГИЯ

Академик А. В. СИДОРЕНКО, В. А. ТЕНЯКОВ

БОКСИТООБРАЗОВАНИЕ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ЗЕМЛИ И «ПРИНЦИП СХОДСТВА» ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ДОКЕМБРИИ И ФАНЕРОЗОЕ

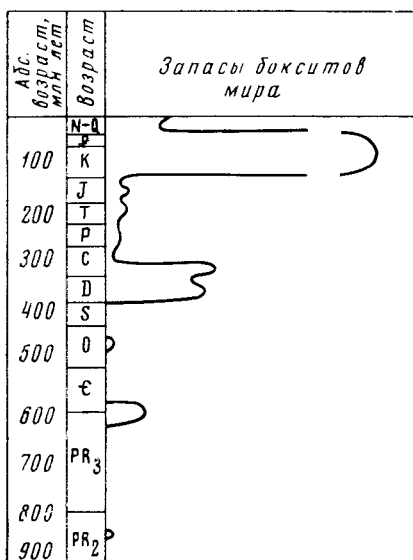
При анализе эволюции бокситообразования в геологической истории Земли лишь отдельные исследователи, и то в самом общем виде, касались проблемы образования бокситов в докембрии, и, таким образом, в большинстве случаев анализ этот не затрагивал преобладающей по длительности ее части. Лишь развитие нового научного направления — осадочной геологии докембрия — и доказательство принципиального сходства экзогенных процессов в докембрии и фанерозое (¹) показали реальную допустимость этого процесса даже для глубокого докембрия и, кроме того, дали возможность связать воедино отдельные наблюдения и факты, ранее казавшиеся отрывочными или вообще не имевшими отношения к этой проблеме.

Рассмотрение стратиграфического распределения запасов бокситов в земной коре (рис. 1) показывает, что бокситообразовательный процесс

был свойствен не только всему фанерозойскому этапу геологической истории Земли, но отчетливо проявился и в верхнепротерозойскую эпоху (Боксон и другие проявления бокситов Алтае-Саянской складчатой области, Северной Монголии и др.). Данные В. К. Головенка (³) о находке конкреционных диаспоровых бокситов среднего протерозоя в восточной части Платомского нагорья и о несомненной первичной бокситоносности осадков тоже среднепротерозойской пурпольской свиты тепторгинской серии Байкальской горной области, залегающих на коре выветривания нижнепротерозойских образований и являющихся продуктами ее размыва, позволяют уверенно говорить о том, что процесс бокситообразования проявлялся уже с раннего протерозоя.

Есть все основания считать, что процессы латеритизации и бокситообразования имели место и в более глубоком докембрии, начиная с архея. В этой связи наблюдаемое уменьшение масштабов

Рис. 1. Стратиграфическое распределение запасов бокситов в земной коре



проявления бокситов с возрастом (см. рис. 1) мы склонны считать отражением степени их сохранности, а не результатом направленного и закономерного возрастания во времени интенсивности или размаха их образования.

Однако, коснувшись сохранности бокситов, очень важно подчеркнуть, что по мере продвижения в глубь геологической истории ко все возрастающей вероятности физического разрушения месторождений бокситов и хи-

мико-миперальной (ресилификационной) деградации их вещества ⁽⁴⁾ должен приплюсовываться и еще один фактор, трансформировавший бокситы как таковые, — фактор метаморфизма. В связи с последним обстоятельством при оценке «бокситоносности» докембрия, и особенно раннего докембрия, следует иметь в виду, что первично-бокситовые или первично-бокситоподобные образования в условиях высоких фаций метаморфизма, скорее всего, должны быть представлены телами корундитов и наждаков, ассоциирующих с кванитовыми, силлиманитовыми или андалузитовыми сланцами. В том, что это должно быть именно так, убеждают не только известные теоретические расчеты и экспериментальные данные, но и прямые факты по метаморфическому преобразованию бокситов под воздействием прорывающих их интрузивных пород (Салаир, Центральные Кызылкумы).

Впервые о бокситовой природе подобных высокоглиноземистых образований в докембрии писали Дж. Давн ⁽⁵⁾, К. Н. Озеров и Н. А. Быховер ⁽⁶⁾, Д. С. Коржинский ⁽⁷⁾, К. Козтзи ⁽⁸⁾ и ряд других авторов. Так, в Северной Индии ⁽⁵⁾ корундитовые породы, сложенные мелкозернистыми серыми и ярко-розовыми корундовыми агрегатами и силлиманитом, образуют линзовидные тела мощностью от 30 до 60 и протяженностью до 180 м. Вмещающими их породами являются силлиманитовые сланцы архея. В Южной Африке (Намакваленд) ⁽⁸⁾ четкообразные тела, слагаемые силлиманитом и корундом и залегающие среди кварцитов, слюдистых сланцев и других первично-осадочных пород архейской свиты Кайен, прослеживаются на первые сотни метров и, по мнению К. Козтзи ⁽⁸⁾, несомненно, являются метаморфизованными бокситами.

Подробные сведения о геологии, вещественном составе и первичной природе корундитов и сопровождающих их других высокоглиноземистых пород месторождений Чайныт и Джалинда (Алданский щит), имеющих также архейский возраст, приводит Е. А. Кулиш ⁽⁹⁾. Он приходит к твердому выводу об их первично-бокситовой природе и анализирует геологические, климатические и палеогеографические условия их возникновения. О. М. Розеном ⁽¹⁰⁾ в конгломератах среди раннедокембрийских кристаллических сланцев Кокчетавского массива (Центральный Казахстан) была описана галька метаморфизованного боксита, сложенная той же ассоциацией минералов.

Таким образом, в настоящее время уже достаточно хорошо известно *, что практически во всех докембрийских регионах мира среди метаосадочных толщ архея известны линзообразные или пластообразные тела, сложенные корундитами или наждаками в ассоциации (парагенезисе) с кванитовыми, андалузитовыми или силлиманитовыми породами. Условия их залегания, морфология тел, химический состав и состав элементов-примесей (правда, последних данных пока мало) — все свидетельствует о том, что до метаморфизма это, безусловно, были тела латеритов или бокситов и сопровождающих их бокситоподобных пород и каолининовых глин.

Древнейшими из всех известных проявлений бокситов являются пласты элювиальных диаспоровых бокситов, описанные Д. Хантером ⁽¹¹⁾ в Юго-Восточной Африке. Как известно, этот район является одним из очень немногих мест, своего рода «окоп», слабого проявления метаморфизма среди древнейших осадочных комплексов Земли. Здесь вместе с песчаниками, аргиллитами, конгломератами и карбонатными породами диаспориты слагают так называемую промежуточную толщу Модис, залегающую между «комплексом основания» Свазиленд (3200 млн лет) и существенно кластогенной серией Доминион-Риф (3000—3100 млн лет).

На основании изложенного можно сделать один из важнейших выводов осадочной геологии докембрия: латерито- и бокситообразование периодически происходило практически в пределах всей обозримой сегодня геологической истории Земли, начиная с самого глубокого докембрия.

* Из-за недостатка места мы опускаем здесь ссылки на обширную литературу.

Вероятно, в дальнейшем в докембрии, как и в фанерозое, будут выделены и более, и менее продуктивные эпохи проявления этих процессов, равно как и эпохи «безрудные» (первый шаг в выделении важнейших эпох выветривания в докембрии мы уже сделали ⁽¹²⁾), но в настоящее время для нас исключительно важна фиксация самого факта их развития уже на самых ранних этапах экзогенной жизни Земли).

Как известно, процесс образования бокситов является одним из самых

Таблица 1

Масштабы дифференциации основных породообразующих элементов (%) в процессе бокситообразования

Элемент	Бокситы (наши данные)	Земная кора материков ⁽¹⁶⁾	K^*
Al	26,0	7,6	3,4
Fe	13,0	4,7	2,7
Ti	2,0	0,4	5,0
Si	4,6	27,6	0,16
K	0,16	2,2	0,07
Na	0,20	2,1	0,09
Ca	0,14	3,8	0,03
Mg	0,12	1,8	0,06
Al/Si	5,7	0,3	19,0

* Коэффициент концентрации боксит/земная кора материков.

физических реконструкциях как маркеры жаркого влажного (или переменного-влажного) климата и относительно спокойного тектонического режима, способствующих интенсивному и глубокому химическому разложению силикатных и алюмосиликатных горных пород.

Однако оставалась ли единой генетическая природа бокситов в геологической истории? Осуществленный нами недавно анализ этой проблемы с геохимической точки зрения ⁽¹⁴⁾ показал, что, во всяком случае, начиная с верхнепротерозойской эпохи единственным процессом, ответственным за возникновение бокситового вещества, был латеритный процесс.

Одна из наиболее обсуждаемых причин возможно несколько иного течения процесса бокситообразования в более глубоком докембрии — предполагаемое более высокое парциальное давление CO_2 в докембрийской атмосфере. Но ни это традиционное допущение, ни обоснованное нами ранее периодическое значительное повышение содержания углекислоты в древних атмосферах в связи с декарбонатизацией в эпохи регионального метаморфизма смешанных глинисто-карбонатных пород не приводили, с нашей точки зрения ⁽¹⁴⁾, к принципиальному изменению существа процесса разделения Al и Si, а лишь усиливали и интенсифицировали основные реакции латеритного процесса (эксперименты Ж. Педро), способствуя возникновению более мощных и зрелых остаточных продуктов.

Поэтому, фиксируя развитие бокситообразовательного процесса на древнейших этапах становления земной коры, мы неизбежно должны прийти к выводу, что, следовательно, и основные факторы, контролирующие этот процесс, уже к этому времени имели место и, периодически повторяясь, сохранялись в течение всей последующей геологической жизни Земли. В этой связи, но, естественно, с учетом очевидных ландшафтных различий с фанерозоем, можно, во-первых, говорить о существовании уже с раннего докембрия своего рода аналога влажно-тропического гумидного литогенеза и, во-вторых, ставить вопрос о решении обратных задач по до-

крайних и самых ярких проявлений гумидного литогенеза на Земле, поскольку только в этом процессе происходит практически полное разложение силикатов и алюмосиликатов, достигается высокая степень дифференциации основных породообразующих элементов (табл. 1) и, главное, формируется вещество, которое по самой своей химической и геохимической специфике может возникать только в гипергенных условиях, в процессе интенсивного химического выветривания, при неперемном участии воды и живого вещества и (или) продуктов его жизнедеятельности, отмирания и преобразования ⁽¹³⁾. Именно в этой связи латеритные бокситоносные коры выветривания и их переотложенные продукты уже сравнительно давно используются при палеоклиматических и палеогеогра-

кембрийским палеоклиматическим и палеотектоническим реконструкциям.

Установление процессов латеритизации и бокситообразования, начиная с раннего архея, имеет и еще один очень важный аспект для понимания характера докембрийского и, особенно, архейского гипергенеза. В литературе нередко встречаются указания на его особую специфику, основанные на наблюдениях, носящих частный и локальный характер. Например, фиксация в некоторых разновидностях метаосадочных пород неокисленных минералов, низкое соотношение между окисным и закисным железом и другие подобные факты приводились как веское подтверждение резкого отличия, в частности, характера раннедокембрийской атмосферы от характера атмосферы в более поздние эпохи.

Ранее нами ⁽²⁾ было показано, что нужно различать локальные процессы гипергенеза, характер которых обусловлен главным образом спецификой условий и состава того или иного изучаемого объекта, и региональные процессы минералообразования, обусловленные климатическими факторами. Развитие в докембрии процессов латеритизации и бокситообразования, как регионального явления, в комплексе с другими данными имеет, с нашей точки зрения, более решающее значение для определения характера гипергенеза в докембрии, чем отдельные локальные явления, на основании которых делались широкие выводы о древнейшем экзогенезе.

Некоторое время назад на основании широкой распространенности в докембрии денудационных поверхностей и кор выветривания ⁽¹²⁾, типов и характера самих седиментогенных пород ⁽²⁾, а также факта высокого уровня жизненной активности ⁽¹⁵⁾ мы уже пришли к выводу о принципиальном сходстве экзогенных процессов в докембрии и фанерозе. Как подчеркнуто выше, это позволило в новом и более правильном освещении рассмотреть и проблему развития бокситообразования в истории Земли. Теперь же основные результаты такого анализа развивают и углубляют далее этот важный вывод, а с учетом «региональности» самих факторов, определяющих указанные процессы, делают смысл этого вывода более значимым и весомым.

Поступило
28 VII 1975

ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. V. Sidorenko, V. A. Tenjakov, Zs. angew. Geol., B. 19, H. 4 (1973). ² A. B. Сидоренко, Вопр. минерал. осадочных образований, кн. 3-я и 4-я, Львов. Изд-во Львовск. гос. ун-та, 1956. ³ В. К. Головенко, В кн.: Проблемы осадочной геологии докембрия, в. 1, М., «Недра», 1966. ⁴ Б. Ф. Горбачев, В кн.: Генезис бокситов, М., «Наука», 1966. ⁵ I. Dunn, Geol. Surv. India Mem., v. 52 (1929). ⁶ К. Н. Озеров, Н. А. Бызовер, Тр. ЦНИГРИ, в. 82 (1936). ⁷ Д. С. Коржинский, Стратиграфия СССР, № 1 (1939). ⁸ C. B. Goetsee, Trans. Roy. Soc. S. Africa, v. 28 (1940). ⁹ Е. А. Кулиш, Высокоглиноземистые метаморфические породы нижнего архея Алданского щита и их литология, Хабаровск, 1973. ¹⁰ О. М. Розен, ДАН, т. 174, № 4 (1967). ¹¹ D. R. Hunter, The Mineral Resources of Swaziland., Mbabane, 1962. ¹² A. B. Сидоренко, В. М. Чайка, В кн.: Металлогения осадочных и осадочно-метаморфических пород, М., «Наука», 1970. ¹³ В. А. Теняков, В кн.: Проблемы генезиса бокситов, М., «Наука», 1975. ¹⁴ В. А. Теняков, В сб.: Докембрийские коры выветривания, М., 1975. ¹⁵ Св. А. Сидоренко, А. В. Сидоренко, Органическое вещество в осадочно-метаморфических породах докембрия, М., «Наука», 1975. ¹⁶ А. Б. Ронов, А. А. Ярошевский, Геохимия, № 11 (1967).