

В. И. СИЛАЕВ

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДРЕВНИХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД ГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫХ ОБЛАСТЕЙ

(Представлено академиком Н. М. Страховым 13 II 1975)

Одной из актуальных проблем геологии является комплексный анализ признаков различных стадий и этапов литогенеза с целью расшифровки истории образования и преобразования осадочной породы от момента генерации терригенного материала на водосборах до низкофациального метаморфизма породы. Предпосылками к развитию генетического направления в литологии является, по нашему мнению, следующее: 1) создано учение о типах литогенеза (¹); 2) детально исследованы процессы диагенеза как особой стадии превращения осадка в породу (^{2, 3}); 3) изучены многие особенности вторичного изменения осадочных пород (⁴⁻⁶); 4) разработана схема стадийности осадочного породообразования (⁷).

В предлагаемой статье приведены результаты генетического анализа ордовикских пород Центрального Пай-Хоя, предпринятого для изучения особенностей литогенеза отложений лемвинского типа.

Исследуемые образования представляют собой толщу (1000—1100 м) тонкозернистых кремнисто-карбонатных пород, среди которых выделяются аргиллиты, известковые алевролиты, мергели, алевроитовые известняки и сланцы различной карбонатности. Важнейшей литологической особенностью изученного разреза является увеличение карбонатности пород в направлении снизу вверх. Минеральный состав отложений определяется сосуществованием трех минеральных ассоциаций: седиментационной аллохтонной, включающей кварц, олигоклаз-альбит (№№ 2—20), глиноземистый хлорит (корундофиллит-амезит), диоктаэдрическую слюду типа серицита и обломочные минералы тяжелой фракции; седиментационной автохтонной, представленной низкомагнезиальным кальцитом (содержание $MgCO_3$ 2—7 мол. %); диагенетической, объединяющей анкерит и сульфиды (пирит, халькопирит, галенит). Химический состав пород, как показало изучение, строго определяется их минеральным составом. Текстурной особенностью исследуемых отложений является широкое развитие в них механических нарушений слоистости: конвективных и оползневых деформаций, а также послонного кливажа (сланцеватости). Структура пород несет следы перекристаллизации.

Результаты генетического анализа изученных отложений сводятся к следующему.

Стадия седиментогенеза. Седиментационный комплекс, характеризующий ордовикские осадки Центрального Пай-Хоя, подразделяется на две составные части: аллохтонную — терригенный материал, сформированный главным образом на водосборном склоново-долинно-дельтовом этапе седиментогенеза, и автохтонную — кальцит, источником которого явилась собственно среда моря на бассейновом этапе осадкообразования.

Кварц-хлорит-гидрослюдистый состав терригенной части ордовикских осадков и присутствие в тяжелой фракции пород пироксена, амфибола, эпидота и граната свидетельствуют об относительно низкой зрелости вещества осадков (^{8, 9}). Это подтверждается также расчетом «индекса зрелости» (¹⁰), согласно которому выветрелость обломочного материала ордо-

викских осадков была в среднем низкой и умеренной, несколько повышаясь в направлении от наиболее ранних этапов седиментации к более поздним.

Характер и распределение минералов тяжелой фракции позволяют предположить, что привнос обломочного материала в ордовикский бассейн осуществлялся с запада и пути транспортировки терригенных масс были довольно протяженными. Важно отметить также, что масштабы накопления обломочного материала в осадке сохранились в среднем ордовике приблизительно на одном уровне и резко снизились в позднем.

Параллельно терригенной седиментации в исследуемом бассейне развивалась седиментация кремнисто-карбонатная. При этом интенсивность карбонатной садки неуклонно возрастала на протяжении среднего ордовика и несколько снизилась в позднем.

Анализ седиментационного комплекса признаков показывает, что ордовикский бассейн Центрального Пай-Хоя относился к области гумидного климата и представлял собой открытое и довольно глубокое море. Свидетельством последнего служат кремнистость и малые мощности целитовых осадков при полноте разреза, широкое развитие текстур подводного оползания, хорошая прослеживаемость отдельных литологических горизонтов (¹¹). Море в среднем ордовике озаменовалось отчетливой трансгрессией, которая быстро сменилась стационарным режимом. В позднем ордовике, возможно, наблюдалась небольшая регрессия.

Д и а г е н е з. В исследуемых породах сохранились признаки лишь двух этапов диагенеза: восстановительного минералообразования и перераспределения вещества осадков с образованием конкреций. Кроме того, к диагенезу мы относим формирование конвективных и оползневых нарушений слоистости, которое является, по-видимому, наиболее ранним диагенетическим процессом.

Образование конвективных деформаций происходило, как показало изучение, кратковременно в пределах тонкой пленки осадка в условиях сохраняющейся текучести и перемежаемости слоев с различными физико-механическими свойствами (тиксотропность, обводненность, плотность). По мере накопления осадков на наклонном дне бассейна, когда сдвигающее усилие приближалось к условному пределу их текучести, происходило соскальзывание тиксотропно разжиженных осадков и формирование оползневых деформаций. Некоторые текстурные особенности сползших слоев (например, наличие «псевдонадвигов») показывают, что смятие отдельных прослоев могло происходить и в процессе межслойного течения после их захоронения. Это позволяет предположить, что формирование оползневых текстур осуществлялось на протяжении всего диагенеза.

Восстановительный аутигенез в ордовикских отложениях выразился образованием анкерита и сульфидов. Степень диагенетической сульфидизации довольно низкая: максимальное содержание сульфидов в породах достигает 560–570 г/т. Рассеянное распределение сульфидов в объеме пород говорит о протекании сульфидообразования равномерно по всей массе осадка. Отсутствие связи содержания сульфидов с содержанием S_{org} в исследуемых породах и некоторый избыток железа в составе пирита могут свидетельствовать об относительном дефиците в момент сульфидообразования сульфатной серы в иловой воде. Последнее, по-видимому, говорит о том, что сульфидообразование начиналось не сразу с отложением осадка, а происходило главным образом в его захороненной части, отделенной от наддонной воды малопроницаемой поверхностной пленкой. Различие в составе сульфидов из конкреций и вмещающих конкреции сланцев, при наличии связи состава сульфидов с составом вмещающей среды (конкреций и сланцев), позволяет сделать вывод, что кристаллизация сульфидов происходила и позже перераспределения вещества в первичном осадке.

Перераспределение вещества в первичном осадке наиболее выражено в образовании карбонатных конкреций. Размеры конкреций составляют

0,5—10, редко до 15 см в поперечнике. Насыщение конкрециями вмещающих сланцев достигает 15—35% от общего объема породы. Взаимоотношения конкреций с плоскостями отдельности сланцев свидетельствуют о более раннем, чем формирование сланцеватости, образовании конкреций. Сопоставление составов конкреций и вмещающих сланцев показывает следующее. Конкреции, в отличие от сланцев, характеризуются высоким содержанием кальция. Анкерит, напротив, наблюдается в сланцах, но почти не встречается в конкрециях. Минеральные составы нерастворимых остатков конкреций и сланцев аналогичны.

Из анализа диагенетических признаков исследуемых пород вытекает, что диагенез ордовикских отложений включал целый комплекс сложных физико-механических (конвективные и оползневые нарушения слоистости, литификация), биохимических (восстановительный аутигенез) и физико-химических (образование конкреций) процессов, в результате которых обводненные неконсолидированные осадки превратились в настоящие горные породы.

Эпигенез исследуемых пород привел к дальнейшему изменению их физико-механических свойств, минерального состава, структуры и текстуры.

Изучение физико-механических свойств пород показало, что их плотность и удельный вес колеблются в интервалах соответственно 2,53—2,73 и 2,67—2,77 г/см³, несколько повышаясь с ростом карбонатности. Пределы вариаций полной пористости составляют обычно 0,8—2,5%, не обнаруживая связи с относительным положением пород в разрезе. Как показала статистика (¹²), слабость связи между пористостью и глубиной залегания вообще характерна для глинисто-карбонатных пород. Это, возможно, объясняется тем, что в карбонатных породах параллельно гравитационному уплотнению протекает перекристаллизация, затухающая «чистый» эффект гравитационной усадки пород. Минеральные изменения пород устанавливаются прежде всего в отношении глинистых минералов. Отсутствие смешаннослойных фаз, хорошая окристаллизованность чешуй, мусковитоподобный характер слюды — все это свидетельствует о соответствии степени вторичного изменения исследуемых пород по меньшей мере глубинному катагенезу (¹³). Важным следствием эпигенетического преобразования является также вертикальная минералогическая зональность разреза (¹⁴), возникшая в результате внутрислойного растворения части обломочных минералов (в особенности пироксена и амфибола).

Одним из важнейших вторичных изменений ордовикских пород представляется структурное их преобразование, которое сводится главным образом к перекристаллизации их карбонатной составляющей. Микроскопические наблюдения позволили установить проявление в породах трех видов перекристаллизации: с укрупнением кристаллов, с уплощением зерен и в «тених давления» (¹⁵). Специальные исследования показали, что главными факторами перекристаллизации являются глубина погружения, карбонатность пород, пористость и содержание некоторых примесей (в частности, $S_{орг}$).

Характерной особенностью ордовикского разреза является широкое распространение сланцев, в которых, согласно результатам наблюдений, присутствуют признаки всех трех генетических типов кливажа — кливажа течения, кливажа разлома и кливажа скалывания. Изучение распространения кливажа различных типов показало, что, в то время как интенсивность кливажа течения усиливается в целом в направлении сверху вниз, интенсивность кливажа разлома для сланцев близкого состава практически постоянна. Это указывает на то, что кливаж течения и кливаж разлома не только не находятся в непосредственной причинно-следственной связи, но и несколько разобщены во времени формирования. Совпадение ориентировки плоскостей отдельности сланцев со слоистостью толщи и его региональный характер свидетельствуют, по-видимому, о формировании этой

отдельности под воздействием давления нагрузки, т. е. задолго до складчатости. По нашему мнению, образование сланцеватости является катагенетическим процессом.

Таким образом, генетический анализ осадочных пород позволяет даже в приложении к глубоко измененным отложениям геосинклинальных областей довольно полно расшифровать историю образования и преобразования пород.

Институт геологии
Коми филиала Академии наук СССР
Сыктывкар

Поступило
13 II 1975

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. М. Страхов, Основы теории литогенеза, Изд. АН СССР, 1960. ² Н. М. Страхов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 5 (1953). ³ Н. М. Страхов, В кн.: К познанию диagenеза осадков, М., Изд. АН СССР, 1959. ⁴ А. Г. Коссовская, ДАН, т. 130, № 1 (1960). ⁵ А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов, Изв. АН СССР, сер. геол., № 7 (1963). ⁶ Н. В. Логвиненко, Постдиагенетические изменения осадочных пород, Л., «Наука», 1968. ⁷ Н. М. Страхов, Н. В. Логвиненко, ДАН, т. 125, № 2 (1959). ⁸ А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов, В. А. Александрова, Литол. и полезн. ископ., № 2 (1964). ⁹ И. И. Гинзбург, И. В. Витовская, В кн.: Кора выветривания, в. 2, М., Изд. АН СССР, 1956. ¹⁰ Е. П. Акульшина, Вещественный состав глинистой части пород палеозоя Сибирской и Русской платформ и его эволюция, Новосибирск, «Наука», 1971. ¹¹ В. Н. Пучков, Рифтогенные окраины континентов и их реликты в палеозоидах Лавразии, Сыктывкар, Изд. Коми ФАН СССР, 1974. ¹² G. E. Manger, Porosity and Bulk Density of Sedimentary Rocks, Geol. Surv. Bull., 1144-E (1963). ¹³ А. Г. Коссовская, В. Д. Шутов, В. А. Дриц, В кн.: Геохимия, петрография и минералогия осадочных образований, М., Изд. АН СССР, 1963. ¹⁴ В. И. Силаев, Т. Н. Попова, Ежегодник-1972 Ин-та геологии Коми ФАН СССР, Сыктывкар, 1973. ¹⁵ В. И. Силаев, ДАН, т. 216, № 2 (1974).