

*такты*: точечные, прямолинейные первичные, прямолинейные вторичные, выпукло-вогнутые, сутурные [Перозио, 1971]. Первые два типа контактов свидетельствуют о слабом уплотнения породы, а остальные – о более сильном. Количественная оценка различных типов контактов между зернами выражается коэффициентами интенсивности катагенеза. Сложность и неравномерность структурных и минералогических изменений песчаников и влияние на них большого числа факторов, в том числе и не связанных со стадийной зональностью, не позволяют использовать их для точной количественной оценки катагенеза. Определенную помощь для оценки степени преобразованности осадочных пород могут дать их *физические свойства* (пористость, плотность). По мере литификации осадочных пород постепенно уменьшается их *пористость*. Этот процесс начинается еще в диагенезе, но наиболее интенсивно идет в раннем и среднем катагенезе. Пористость глинистых пород может служить ориентировочным показателем степени катагенеза, поскольку зависит от многих факторов, которые в каждом конкретном случае проявляются по-разному. *Плотность*. Несмотря на вариации значений плотности, в целом проявляется следующая закономерность: в плотных породах находится высоко преобразованное ОВ, и наоборот, мало измененное органическое вещество присуще слабо литифицированным отложениям. Выделены границы градаций катагенеза по средним значениям объемного веса.

Между отражательной способностью витринита, минеральным составом глин, физическими свойствами и другими характеристиками осадочных пород не может быть одинаковых соотношений, поскольку они в разной степени зависят от факторов катагенеза. Поэтому с критериями диагностики уровня зрелости по ОВ не всегда однозначно совпадают параметры осадочных пород. Можно говорить только о тенденции изменения того или иного параметра осадочных пород, а не о точной диагностике по ним степени преобразованности.

В тех случаях, когда не могут быть применены рассмотренные выше методы, используют *расчетные показатели катагенеза*. Н.В. Лопатин на основе реконструкции палеоглубин и палеотемператур, предложил подсчитывать суммарный импульс тепла (СИТ), повлиявший на конкретный объект. Нестеров И.И. использовал числовую характеристику степени катагенеза, равную произведению глубины залегания глин и температуры на данной глубине, деленному на значение абсолютной пористости глин. Применяют методы реконструкции палеотемператур, основанные на анализе состава минеральных образований пород. Большинство этих методов дают высокие значения палеотемператур, в 1.5–2.0 раза превышающие аналогичные данные по отражательной способности витринита.

Среди рассмотренных методов наиболее надежными являются углепетрографические, в частности, отражательная способность витринита. Поэтому в настоящее время в качестве стандартного показателя уровня зрелости ОВ принят именно этот параметр. Для морских и древних толщ, в которых отсутствует витринит, разработаны шкалы катагенеза по аквагенным мацералам ОВ. Большинство остальных методов позволяют чаще всего выявить только тенденцию изменения определенных параметров с ростом катагенеза, но не дают точной количественной оценки уровня зрелости органического вещества.

УДК 552.16:553.98 (571.1)

## КАТАГЕНЕТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НЕФТЕГАЗООБРАЗОВАНИЯ В ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ТРИАСА ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА

А.Н.ФОМИН

*По отражательной способности нитриита установлен уровень зрелости органического вещества (ОВ) в осадочных отложениях триаса на 19 разведочных площадях Западно-Сибирского мегабассейна. Преобразованность ОВ в кровле триаса изменяется в пределах градаций  $МК_1 - AK_2$ , а в более глубоких горизонтах до  $AK_3$ . Наименьший катагенез ОВ зафиксирован на бортах мегабассейна. К его центральным частям он нарастает (середина мезокатагенеза), а на севере достигает апокатагенеза. Преимущественно террагенный состав ОВ позволяет предполагать генерацию в этих толщах газообразных углеводородов. По условиям катагенеза возможно сохранение их залежей в отложениях с уровнем зрелости и ОВ в пределах градаций  $МК_1 - AK_1$ .*

*Ключевые слова:* осадочные отложения триаса, катагенез органического вещества, перспективы нефтегазоносности.

С триасовым периодом в Западной Сибири связаны процессы деструкции земной коры, приведшие к заложению рифтовой системы, в которой развиты наиболее полные разрезы триасовых отложений. Они были вскрыты уже первыми опорными скважинами, пробуренными на юге Западно-Сибирского мегабассейна. Эти отложения встречены также в угленосных бассейнах восточного склона Урала и в обнажениях Приполярного Урала. Но их залегание в узких грабенообразных впадинах, разный генезис, пестрота литологического состава, ограниченный палеонтологический материал создают большие трудности при сопоставлении разрезов. Поэтому геологическое строение триасовых отложений Западной Сибири остается дискуссионным, несмотря на то, что пробурены Тюменская сверхглубокая скв. СГ-6, разрез которой уникален и весьма информативен для системы, и ряд других скважин.

На строение триасового комплекса существуют различные точки зрения [4,6,7]. Считается, что триасовая система Западной Сибири формировалась в два главных этапа: в первом (инд, оленек, анизий) осадконакопление происходило при аридном и семиаридном жарком климате в условиях проявления вулканических процессов, а во втором (ладин, карний, норий, рэт) – имел место нормально-осадочный седиментогенез при теплом гумидном климате с обильной

наземной растительностью, с нормальным латеральным рядом фаций от предгорных аллювиальных до нормальных морских. Стратиграфия триасовой системы Западно-Сибирского мегабассейна, ввиду ее сложного строения, отсутствия руководящих палеонтологических остатков, неравномерного их распределения по разрезу и в связи с различной интерпретацией геофизических материалов, понимается в значительной степени неоднозначно. Чаще всего триасовые образования Западной Сибири подразделяют на три крупных стратиграфических объекта: тампейская, туринская и челябинская серии, отличающиеся литологическим составом пород, условиями их распространения и залегания. Туринская серия представлена в основном базальтами с прослоями терригенных пород, сформировавшихся в аридном и семиаридном климате, обусловившем широкое развитие красноцветов. Она несогласно налегает на дислоцированные образования докембрия и палеозоя, перекрывается юрой, мелом или палеогеном. Возраст ее принимается в объеме верхней половины инда, среднего триаса, частично верхний триас. Эта серия развита в районе среднего и нижнего течения р. Оби и юго-западнее ее [3]. Челябинская терригенно-угленосная серия (рэт-лейас) распространена в грабенах вдоль восточного склона Урала, западного и восточного склонов Центрально-Казахстанского щита. Она несогласно налегает на палеозой или реже на туринскую серию. Обе серии выполняют крупные грабенообразные впадины, местами ограниченные надвигами. Тампейская серия представлена алевролитно-глинистыми породами, развитыми преимущественно в унаследованных прогибах. Эта серия слагает нижнее структурное звено мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. Она широко распространена на севере Западно-Сибирского мегабассейна и прослеживается в Енисей-Хатангском региональном прогибе. Небольшие прогибы, выполненные тампейской серией, установлены также на юго-востоке мегабассейна. Данная серия без видимых перерывов перекрывается юрскими отложениями. Возраст ее определен по споро-пыльцевым комплексам, изученным по разрезам ряда скважин. Породы серии, представленные однородными аргиллитами с прослоями алевролитов и песчаников, своим массивным обликом достаточно хорошо отличаются от юрских пород. Местами в них преобладают зеленоцветные и красновато-коричневые включения, что также не свойственно юрским отложениям [2].

Перспективы нефтегазоносности осадочных отложений триаса оцениваются весьма неоднозначно. Определенную помощь в решении этого вопроса могут оказать материалы по катагенезу органического вещества (ОВ), который в значительной степени определяет генерацию углеводородов и условия сохранности их залежей. Однако уровень зрелости ОВ триасовых отложений до настоящего времени практически не изучался. В определенной степени слабая изученность ОВ пород триаса связана со значительной глубиной их залегания, небольшим распространением, а отсюда и ограниченным количеством скважин, вскрывших осадочные толщи этого возраста. Были опубликованы только отдельные сведения по этому вопросу [5,8]. Причем, в ряде скважин осадочные отложения, которые раньше датировались триасом, на последних стратиграфических совещаниях отнесены к юре. И, наоборот, отложения, считавшиеся юрскими, определены как триасовые. Для привязки углепетрографических данных автором использовано решение палинологического коллоквиума, участниками которого был признан триасовый возраст осадочных пород в ряде скважин Западной Сибири [7].

Автором уровень зрелости ОВ в терригенных толщах триаса установлен на 19 разведочных площадях из различных районов Западной Сибири. Ограниченность материала не позволяет построить карту катагенеза ОВ для всего региона. Поэтому приводим только схему размещения фактического материала по катагенезу ОВ в кровле осадочных отложений триаса Западно-Сибирского мегабассейна. Катагенез ОВ в осадочных отложениях триаса изменяется в пределах  $МК_1^1$ – $АК_2$  градаций (аббревиатура по А.Э.Конторовичу). Наименее преобразованное ОВ встречено по окраинам региона. Так, в юго-восточной части мегабассейна на Ванжильской и Ажарминской площадях уровень зрелости ОВ отвечает середине-концу  $МК_1^1$  ( $R_{vt}^0$ –0.59–0.60%). Примерно с той же интенсивностью преобразовано ОВ ( $R_{vt}^0$ –0.64%) на Шеркалинской площади Уват-Хантымансийского срединного массива (запад региона). К центральным районам мегабассейна катагенез ОВ несколько увеличивается. Так, на Омской площади уровень зрелости ОВ отвечает уже середине градации  $МК_1^2$  ( $R_{vt}^0$ –0.76%). Близкая преобразованность ОВ установлена на Западно-Перевальной площади ( $R_{vt}^0$ –0.8%). Аналогичный катагенез ОВ ( $R_{vt}^0$ –0.76–0.80%) установлен на Нерохской и Южно-Сарманской площадях Северо-Сосьвинского прогиба. Причем на Южно-Сарманской площади по субугленосным отложениям триаса пройдено порядка 460 м и на забое скважины ОВ преобразовано уже до начала градации  $МК_2$  ( $R_{vt}^0$ –0.94%). Начало градации  $МК_2$  установлено на Тундринской площади ( $R_{vt}^0$ –0.87%), а на Асомкинской фиксируется уже конец  $МК_2$  ( $R_{vt}^0$ –1.09%). Более высокий катагенез ОВ (конец  $МК_2$ ,  $R_{vt}^0$ –1.15%) зафиксирован на Налимьей площади в южной части Уренгойско-Колтогорского желоба. Аналогичная преобразованность ОВ установлена на Ноябрьской площади ( $R_{vt}^0$ –1.12%). Причем, на этих площадях в базальных горизонтах юры и кровле триаса отмечается одинаковый уровень зрелости ОВ. А на Ноябрьской площади близкий катагенез ОВ зафиксирован и в верхнепалеозойских (пермских) отложениях (конец  $МК_2$ ,  $R_{vt}^0$ –1.15%).

Наиболее мощный разрез осадочных отложений триаса (~1.2 км) вскрыт скв. Никольская-1 в Омской области. В верхних горизонтах толщи (3.4 км) ОВ преобразовано до начала градации  $МК_3^1$  ( $R_{vt}^0$ –1.2%). Вниз по разрезу катагенез медленно нарастает, достигая на глубине порядка 4.0 км середины градации  $МК_3^1$  ( $R_{vt}^0$ –1.4%), а на забое скважины (4.5 км) – началу  $МК_3^2$  ( $R_{vt}^0$ –1.56%). Следовательно, градация  $МК_3^1$  занимает здесь значительный интервал разреза (порядка 1.0 км). На глубине порядка 4.2 км было встречено контактово-измененное органическое вещество. Так, в непосредственной близости от магматического тела ОВ преобразовано до начала градации  $АК_3$  ( $R_{vt}^0$ –3.85%). На расстоянии несколько десятков метров от контакта катагенез уже отвечает градации  $МК_3^1$ , т.е. влияние этого тела на преобразование ОВ прослеживается на сравнительно небольшое расстояние. Характерной особенностью отложений в скв. Никольская-1 является отсутствие существенных отличий в катагенезе ОВ при переходе от юрских отложений к три-

асовым. В базальных горизонтах юры уровень зрелости ОВ отвечает середине градации МК<sub>2</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 0.97-1.04\%$ ), а в кровле триаса – началу МК<sub>3</sub>. Небольшой скачок углефикации связан с отсутствием в разрезе нижнеюрских отложений, поскольку средняя юра налегает на верхний триас.

В северных районах Западно-Сибирского мегабассейна отмечается довольно высокая преобразованность ОВ триаса, правда, эти толщи залегают на более значительных глубинах. Так, в скв. Геологическая-35 на глубине 5250 м уровень зрелости ОВ отвечает середине градации МК<sub>3</sub><sup>2</sup> ( $R_{\text{вт}}^0 - 1.71\%$ ). Более высокая преобразованность ОВ отмечается на Уренгойской площади Среднеурского мегапрогиба. Здесь в скв. 673 катагенез ОВ базальных горизонтов нижней юры (~5.3 км) отвечает концу АК<sub>1</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.4\%$ ), а в кровле среднего триаса (~5.5 км) – середине АК<sub>2</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 3.01\%$ ). Близкая ситуация отмечается в скв. 411. Здесь в подошве нижней юры (~5.3 км) уровень зрелости ОВ отвечает концу АК<sub>1</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.33\%$ ). Примерно с той же интенсивностью изменено ОВ ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.45\%$ ) в кровле триаса (~5.4 км). Вниз по разрезу катагенез нарастает и на глубине порядка 5.5 км не превышает середины этой градации ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.83\%$ ). Практически одинаковый уровень зрелости ОВ отмечается в подошве юры ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.04\%$ ) и в кровле триаса ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.1\%$ ) на Евояхинской площади, отвечающий началу АК<sub>1</sub>. С той же интенсивностью изменено ОВ триаса на Восточно-Бованенковской площади. Высокая преобразованность ОВ триаса установлена на Таркосалинской и Черничной площадях (АК<sub>2</sub>,  $R_{\text{вт}}^0 - 2.83-3.32\%$ ).

Наиболее мощный разрез осадочных отложений триаса на севере Западно-Сибирского мегабассейна вскрыт скв. Тюменская СГ-6 (>0.8 км), пробуренной в центральной части Уренгойско-Колтогорского желоба. Здесь также как и в других районах мегабассейна, при переходе от юрских отложений к триасовым практически отсутствует углефикационный скачок. Так, в подошве юры (5583 м) и в кровле триаса (5615 м) фиксируется одинаковый уровень зрелости ОВ, отвечающий началу градации АК<sub>1</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.15\%$ ). Вниз по разрезу катагенез плавно нарастает, достигая на глубине порядка 6.0 км начала градации АК<sub>2</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 2.5\%$ ), а ниже 6.4 км – конца этой градации ( $R_{\text{вт}}^0 - 3.4\%$ ). На глубине 7310 м в рассланцованных аргиллитах пермского возраста, залегающих среди вулканогенных образований, ОВ достигло градации АК<sub>3</sub> ( $R_{\text{вт}}^0 - 4.0\%$ ).

Приведенные материалы свидетельствуют, что преобразованность ОВ осадочных отложений триаса Западно-Сибирского мегабассейна изменяется в широком диапазоне шкалы катагенеза – от градации МК<sub>1</sub><sup>1</sup> до АК<sub>2</sub> в кровле и до АК<sub>3</sub> в более глубокозалегающих горизонтах. Особенности катагенеза ОВ в этих отложениях аналогичны юрским. Здесь также наименее преобразованное ОВ (градация МК11) встречено по окраинам мегабассейна. К центру катагенез постепенно нарастает (МК<sub>2</sub><sup>2</sup>–МК<sub>3</sub>), а в северных районах достигает градаций апокатагенеза. Характерной особенностью является практически отсутствие углефикационного скачка при переходе от нижнеюрских отложений к верхнетриасовым. Этот скачок чувствуется только в том случае, если какая-либо часть разреза размыта. Следовательно, отложения триаса это типично платформенные толщи, претерпевшие максимальный катагенез одновременно с юрскими и поэтому их не следует отождествлять с палеозойскими, используя термин "доюрский комплекс". Необходимо также отметить, что не отмечаются особые отличия в уровне зрелости ОВ между нижнетриасовыми и верхнепалеозойскими (пермскими) толщами. По-видимому, эти отложения претерпели максимальный катагенез примерно в одно и то же время. Следовательно, пермские отложения по условиям формирования близки платформенным образованиям.

По степени катагенеза органического вещества может быть дан прогноз перспектив нефтегазоносности осадочных отложений триаса. Учитывая то, что подавляющее большинство мировых запасов углеводородов находится в толщах с катагенезом ОВ в пределах градаций МК<sub>1</sub><sup>1</sup>–МК<sub>1</sub><sup>2</sup>, следует полагать, что наиболее благоприятными для сохранения залежей нефти и газа могут быть отложения с аналогичным уровнем зрелости органического вещества. Толщи с подобным катагенезом ОВ встречены по окраинам и в центре Западно-Сибирского мегабассейна. Здесь отложения еще не вышли из главной зоны нефтеобразования и могли бы представлять интерес для поисков залежей жидких УВ. Однако, существенно террагенный состав органического вещества этих отложений мало благоприятен для генерации нефтяных углеводородов, но не исключена возможность образования газообразных. В толщах северных районов с террагенным ОВ, преобразованным до начала апокатагенеза, практически полностью исключается возможность сохранения жидких УВ. Но нахождение их в зоне активной газогенерации, позволяет предполагать сохранение здесь газообразных УВ. Однако эти теоретические предположения перспектив нефтегазоносности осадочных отложений триаса пока не подтвердились результатами нефтепоисковых работ. Природа, полученных в некоторых скважинах нефти и газопроявлений из нижних горизонтов осадочного чехла, остается дискуссионной. Перспективы нефтегазоносности триасовых отложений ограничиваются их локальным распространением и широким развитием вулканогенных образований. Хотя имеются сведения о проявлениях углеводородов в виде нефти, битумов и газа в ряде впадин по окраинам мегабассейна [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочкарев В.С. Тектонические условия замыкания геосинклиналей и ранние этапы развития молодых платформ. – М.: Недра, 1973, 127 с.
2. Бочкарев В.С. Тампейская серия Западной Сибири // Триас Западной Сибири (материалы к стратиграфическому совещанию по мезозою Западно-Сибирской плиты) / Под ред. А.М.Казакова. – Новосибирск: СНИИГиМС, 2001. С. 49–54.\*
3. Казаков А.М. Главнейшие этапы геологического развития Сибири в триасе // Триас Западной Сибири (материалы к стратиграфическому совещанию по мезозою Западно-Сибирской плиты) / Под ред. А.М.Казакова. – Новосибирск: СНИИГиМС, 2001. С. 140–147.\*
4. Нестеров И.И., Бочкарев В.С. Триас-юрский период развития Западной Сибири // Теоретические и региональные проблемы геологии нефти и газа. – Новосибирск: Наука, 1991, С. 110–116.

5. Органическая геохимия палеозойских отложений юга Западно-Сибирской плиты // Вышемирский В.С., Запивалов Н.П., Бадмаева Ж.О. и др. — Новосибирск: Наука, 1984, 192 с.
6. Сурков В.С., Смирнов Л.В., Жеро О.Г. Раннемезозойский рифтогенез и его влияние на структуру литосферы Западно-Сибирской плиты. — Геология и геофизика, 1987, № 9, С. 3–11.
7. Триас Западной Сибири (материалы к стратиграфическому совещанию по мезозою Западно-Сибирской плиты // Под ред. А.М.Казакова. — Новосибирск: СНИИГиМС, 2001. — 226 с.
8. Фомин А.Н. Катагенез органического вещества и перспективы нефтегазоносности осадочных отложений триаса Западно-Сибирской плиты. — Тезисы докладов Международной научно-практической конференции "Прогноз нефтегазоносности фундамента молодых и древних платформ". — Казань: изд-во Казанского университета, 2001, С. 143–146.

УДК 553.98:551.862

## ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НИЖНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

О.С. ЧЕРНОВА

*В настоящей статье освещаются результаты специализированных литолого-минералогических исследований отложений нижнеюрских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. В результате детального изучения керна и применения методики электрометрических исследований разрезов построены литолого-фациальные с элементами электрометрии карты, проведены палеогеографические реконструкции на время накопления выделенных хроностратиграфических подразделений. По результатам комплексных (геофизических, литолого-петрографических, текстурных, литостратиграфических и т.д.) исследований керна выделены и описаны фациальные обстановки раннеюрской эпохи. Сделан вывод о генезисе описываемых отложений.*

При проведении палеогеографических реконструкций одной из наиболее сложных является задача восстановления палеоландшафтов прошлых эпох. Выявленные особенности строения нижнеюрской осадочной толщи обусловлены последовательно сменяющимися друг друга во времени и пространстве обстановками осадконакопления, которые, в свою очередь, рассматриваются как последовательная смена палеоландшафтов, отражающая историю развития седиментационного бассейна.

В географии под ландшафтом понимают конкретную обстановку, определяемую сочетанием рельефа, растительности, почв, органического мира и т.д. В ископаемом состоянии сохраняются только следы, фрагменты компонентов былых ландшафтов, главным образом осадки и осадочные породы определенного состава с набором структурных и текстурных признаков [17]. Детальное изучение последних и легло в основу проведенных реконструкций. К числу наиболее важных факторов, определивших общие закономерности раннеюрского осадконакопления на территории Томской области относятся:

- расположение бассейнов седиментации во влажной гумидной климатической зоне, близкой к субтропической;
- контрастный гористый рельеф;
- постоянство основных источников сноса;
- обширность акваторий раннеюрских водоемов при их относительной мелководности;
- усиление или ослабление привноса терригенного материала, его минералогический состав, контролируемый процессами выветривания;
- обильные осадки, интенсивное химическое выветривание.

В совокупности эти факторы обусловили характерный литологический облик рассматриваемых толщ.

Главнейшими компонентами большинства ландшафтов являются рельеф, климат и органический мир. Именно они, в первую очередь, определяют общий характер физико-географических условий прошлого.

**Методика** реконструкций ландшафтов ранней юры сводилась к воссозданию и картированию их определяющих элементов. Существует несколько вариантов проведения подобных исследований. Все они отражены во многих опубликованных работах [1; 2; 10; 17; 20; 23; 27; 28; 32; 35].

Наиболее важным элементом любого ландшафта является рельеф, определяющий местоположение областей денудации и бассейнов седиментации. Реконструкция палеорельефа осуществлялась по методике палеогеоморфологических исследований, предложенной М.В. Проницовой, А.Н. Золотовым и др. [17]. При этом были учтены данные ранее проведенных региональных палеогеоморфологических исследований, а также итоги геоморфологических наблюдений, основанные на результатах анализа общей палеогеографической обстановки, фаций, мощностей, литологического состава отложений, палеотектонических критериев и др. данных.

Главным количественным методом восстановления древнего рельефа явился анализ мощностей отложений, перекрывающих поверхность несогласия. Основным методом качественного изучения – литолого-фациальный анализ.