

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гиматулинов Ш.К. и др. Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. М., Недра, 1988 г.
2. Конторович В.А. Набор структурных карт и тектоническое районирование Томской области. Отчет, Новосибирск, 1999 г.
3. Нестеров И.И. О районировании Западно-Сибирской провинции. М.Недра. 1983 г.
4. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие чехла Западно-Сибирской плиты. М.Недра. 1981 г.

УДК 551.25: 553,98 (571,12)

## ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ГЛУБОКОЗАЛЕГАЮЩИХ ГОРИЗОНТОВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (ТЮМЕНСКАЯ СВЕРХГЛУБОКАЯ СКВАЖИНА № 6)

А.Э. КОНТОРОВИЧ, В.П. ДАНИЛОВА, А.Н. ФОМИН, Е.А. КОСТЫРЕВА, Л.С. БОРИСОВА, В.Н. МЕЛЕНЕВСКИЙ

*Для прогноза нефтематеринского потенциала и нижних границ зон нефте- и газонакопления использованы количественная и качественная характеристика рассеянного органического вещества (РОВ), уровень его зрелости, пиролитические данные, изотопный состав углерода, битуминология пород. Верхнеюрские обложения с аквагенным типом РОВ еще не вышли из главной зоны нефтеобразования и в них может происходить генерация легких жидких и газообразных углеводородов (УВ). Нижнесреднеюрские толщи с террагенным РОВ находятся в зоне интенсивного газообразования. Органическое вещество триаса достигло апокатагенеза и почти полностью исчерпало свой нефтегенерационный потенциал. Таким образом, на глубинах ниже 4500 м практически исключаются возможность сохранения сингенетических промышленных залежей нефти, хотя небольшие газовые скопления могут быть встречены.*

*Ключевые слова: нефтегенерационный потенциал, уровень, зрелости органического вещества, перспективы нефтегазоносности мезозойских отложений.*

Для оценки перспектив нефтегазоносности глубокозалегающих горизонтов на севере Западной Сибири, авторами проведено геохимическое изучение органического вещества (ОВ) терригенных отложений юры и триаса в скв. Тюменской СГ-6 (интервал 3783–6490 м), расположенной в центре Уренгойско-Колтогорского грабен-рифта. Для детального изучения ОВ использован широкий комплекс геохимических методов: углепетрография (катагенез и природа ОВ), содержание  $C_{орг}$  в породах, изотопный состав керогена, его пиролитические характеристики. Битумоиды изучались физико-химическими методами: жидкостная хроматография, элементный анализ, газожидкостная хроматография, хромато-масс-спектрометрия, спектроскопия ИК-, УФ, ЯМР и др.

Верхнеюрские аргиллиты баженовской свиты (интервал 3783–3844 м) содержат высокие концентрации ОВ (2,6–12,6%, в среднем 5,1%). Оно представлено преимущественно тонкодисперсной коллоальгинитовой массой с единичными фрагментами витринита и фюзинита. Уровень зрелости ОВ отвечает переходу от градации  $МК_2$  к  $МК_3$ . Водородный индекс варьирует в интервале 80–250 мг УВ/г  $C_{орг}$  (в среднем 190 мг УВ/г  $C_{орг}$ ). Георгиевская свита (3844–3854 м) по характеру пород и заключенному в них ОВ занимает промежуточное положение между баженовской и васюганской свитами. Содержание  $C_{орг}$  в ней составляет в среднем 3,4%. ОВ представлено примерно равными долями разложившихся водорослей (коллоальгинит) и остатками высшей растительности. В песчано-глинистых породах васюганской свиты (3854–3982 м) концентрации ОВ варьируют в пределах 0,3–6,5% (в среднем 2,3%). Существенно террагенный состав ОВ (витринит, фюзинит, реже альгинит) определил сравнительно тяжелый изотопный состав углерода ( $\delta^{13}C = -25,30\text{‰}$ ). Преобразованность ОВ отвечает началу градации  $МК_3$ . Остаточный нефтематеринский потенциал варьирует от 30 до 150 мг УВ/г  $C_{орг}$  (в среднем 100 мг УВ/г  $C_{орг}$ ).

В тюменской свите (3982–4610 м) средней юры содержания  $C_{орг}$  составляют 0,1–11,5 % (в среднем 2,2%). В составе ОВ доминирует витринит, реже встречаются фюзинит, лейптинит, альгинит. Изотопный состав углерода составляет  $-26,50\text{‰}$ . Уровень зрелости ОВ в основном отвечает градации  $МК_3$  и только в ее подошве достигает начала  $МК_4$ . С ростом катагенеза вниз по разрезу постепенно убывает водородный индекс ОВ: в кровле свиты он составляет 230 мг УВ/г  $C_{орг}$ , а в подошве 20–120 мг УВ/г  $C_{орг}$ .

В нижнеюрских отложениях (4610–5588 м) содержание  $C_{орг}$  изменяется от 0,1 до 7,1% (в среднем 1,2%). По мацериальному составу органического вещества эти толщи (котухтинская, ягельная, новоуренгойская свиты) близки среднеюрским. Изотопный состав углерода равен  $-26,10\text{‰}$ . В верхней части толщи ОВ преобразовано до начала градации  $МК_4$ . Вниз по разрезу катагенез постепенно усиливается, достигая на глубине 5050 м начала градации  $МК_5$ , которая через 450 м сменяется градацией  $АК_1$ . С ростом катагенеза вниз по разрезу постепенно снижается нефтегенерационный потенциал (НП) органического вещества: от 80 до 10 мг УВ/г  $C_{орг}$ .

Терригенные отложения тампейской серии триаса (5588–6424 м) по набору пород (песчаники, алевролиты, аргиллиты), количеству и составу заключенного в них органического материала близки к отложениям нижней юры. В его породах содержание  $C_{орг}$  в среднем составляет 1,4% при вариациях 0,1–10,6%. В составе ОВ аргиллитов чаще всего преобладает витринит, а в песчаниках физинит. Углерод обогащен тяжелым изотопом ( $\delta^{13}C = -25,30\text{‰} - -26,96\text{‰}$ ). Отложения верхнего триаса уже вошли в зону апокатагенеза (градации  $АК_{1,2}$ ) и практически полностью исчерпали свой нефтематеринский потенциал (НП): менее 10 мг УВ/г  $C_{орг}$ .

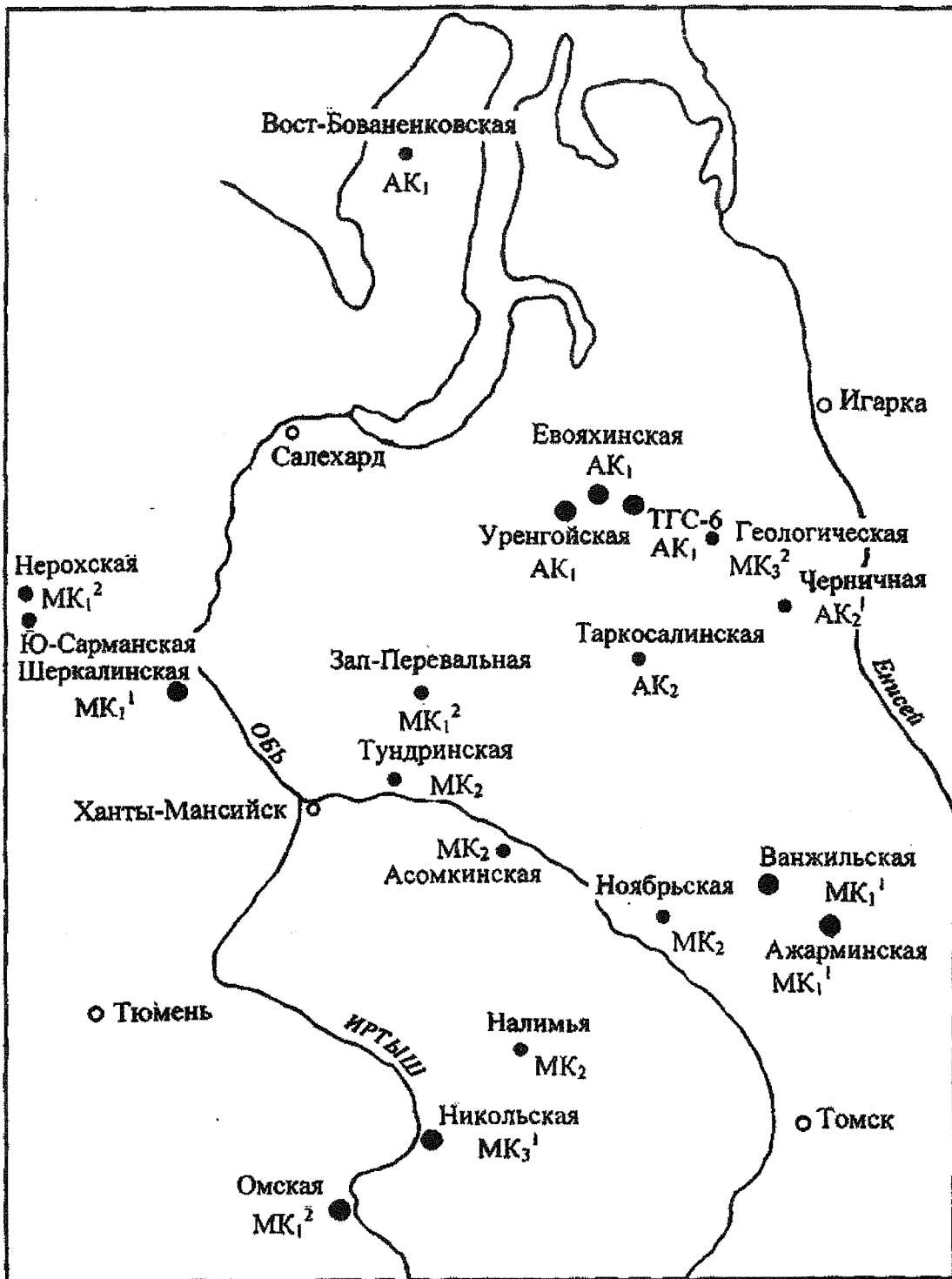


Рис. Схема размещения фактического материала по катагенезу органического вещества в кровле осадочных отложений триаса Западно-Сибирского мегабассейна

В соответствии с мацеральным составом ОВ и степени его преобразованности в разрезе изменяется и состав битумоидов. Больше всего УВ присутствует в битумоидах аквагенного ОВ баженовской свиты (42–58%), при среднем их значении 54%. В битумоидах остальной части разреза отмечается тенденция к снижению концентрации УВ с увеличением глубины залегания и степени катагенетической превращенности ОВ. Следует заметить, что изменения концентрации УВ и насыщенных УВ в битумоидах подобны. Повышенные содержания метано-нафтеновых фракций (33–42%) зафиксированы в битумоиде баженовской свиты и верхней части тюменской свиты. Затем по мере роста катагенеза (от  $MK_4$  до  $AK_2$ ) концентрация насыщенных компонентов уменьшается, достигая в триасе в среднем 12% на битумоид.

Среди нормальных алканов ( $C_{13}$ – $C_{38}$ ) в аквагенном ОВ баженовской свиты преобладают углеводороды  $C_{17}$ – $C_{20}$  (17–45%). Битумоиды из пород с преимущественно террагенным органическим веществом характеризуются чрезвычайной пестротой состава n-алканов. В битумоидах георгиевской и васюганской свит отмечены максимальные значения (46%) n- $C_{21}$ -n- $C_{25}$ . С увеличением возраста их концентрация уменьшается до 17,2%. В нижней части разреза, органическое вещество которого находится на градации АК<sub>3</sub>, в террагенном ОВ значительно активизируется образование УВ со средней ( $C_{17}$ – $C_{20}$ ) длиной цепи (34,9% от суммы n-алканов). Высокомолекулярные n-алканы  $C_{26}$ – $C_{29}$  и  $C_{30}$ – $C_{35}$  зафиксированы в незначительных количествах. Накладывающиеся факторы миграции в зоне апокатагенеза полностью затушевывают связь состава n-алканов с генетическим типом ОВ.

В аквагенном органическом веществе баженовской свиты в составе изопреноидов (i- $C_{14}$  до i- $C_{24}$ ) основная масса принадлежит пристану и фитану 51,4% (при преобладании последнего). Их отношение колеблется по разрезу от 0,4 до 2,2, составляя в среднем 0,9. Отношение пристан/фитан в битумоидах нижнеюрской части разреза закономерно изменяется от 0,4 до 1,2. При нарастании уровня зрелости ОВ от МК<sub>4</sub> до АК<sub>2</sub> отношение пристан/фитан увеличивается от 1,34 до 1,61. В общей массе стеранов в баженовской и георгиевской свитах преобладают холестераны (38 и 36%). В отложениях с преобладанием террагенного ОВ среди стеранов больше всего обнаружено этилхолестеранов ( $C_{29}$ ). Их концентрация по разрезу изменяется неравномерно и составляет 33,5–52%. В составе гопанов  $C_{27}$ – $C_{35}$  ведущая роль принадлежит гопанам  $C_{30}$  (22–34%) и  $C_{29}$  (13–19%), подчиненная –  $C_{27}$ . Отношение Т<sub>5</sub>/Т<sub>м</sub> меняется вниз по разрезу от 0,3 до 4,6. Низкие значения этого показателя (0,3–0,50) зафиксированы в битумоидах васюганской свиты, высокие – в георгиевской и баженовской (2,9 и 4,6). В остальных образцах с ростом глубины величины этого параметра закономерно меняются в интервале от 0,9 до 1,6. Среди моретанов  $C_{29}$ – $C_{32}$  в преобладающих концентрациях находятся моретаны  $C_{30}$ . Примечательно, что содержание каждого из гомологов моретанового ряда в битумоидах по разрезу меняется очень пестро.

Распределение трициклических терпанов ( $C_{19}$ – $C_{31}$ ) в битумоидах изучаемого разреза весьма своеобразно. В отложениях верхней юры чаще встречается следующий ряд их последовательного расположения по концентрации  $C_{31} > C_{29} > C_{28} > C_{23} > C_{21}$ . В битумоидах более высоких градаций катагенеза в смеси трициклических терпанов увеличивается доля  $C_{23}$  и  $C_{21}$ . Однако четких закономерностей в распределении для каждого из гомологов терпанового ряда  $C_{19}$ – $C_{31}$  в битумоидах по разрезу установить не удается.

Концентрация ароматических углеводородов в битумоидах монотонно убывает от отложений верхней-средней юры (градации МК<sub>3</sub>–МК<sub>4</sub>) до 6,3–6,5% в отложениях среднего триаса (стадии АК). В битумоидах террагенного ОВ полиароматических УВ (ПАУ) значительно больше (42,5–52%), чем в аквагенном ОВ (39,2), особенно велика их роль (68,2% на сумму аренов) в битумоиде васюганской свиты. Для ПАУ ОВ баженовской свиты характерно примерно равная концентрация нафталиновых и фенантроновых структур (14,6 и 14,1% на сумму аренов). Затем по концентрации следуют хризеновые; пиреновые и антраценовые УВ. В смеси ареновых структур ОВ террагенного типа, находящегося на градации МК<sub>4</sub>, характерна доминирующая роль фенантронов, вторым по значимости в этом ряду являются нафталины (12,7–16,7% от массы аренов). С глубиной (МК<sub>4</sub>–АК<sub>2</sub>) на второе место по концентрации выходят хризеновые структуры.

В битумоидах террагенного ОВ в среднем содержание смол выше, чем в аквагенном ОВ баженовской свиты. Спирто-бензольные разности преобладают над бензольными и наблюдается их нарастание с глубиной (от 35,24 до 54,80%).

По всему разрезу скв. Тюменской СГ-6 среди асфальтовых компонентов преобладают асфальтены над асфальтогеновыми кислотами. Максимальные концентрации зафиксированы в битумоидах средней юры (36,06%), и верхнего отдела триаса (22,72%). В среднем триасе их содержание уменьшается в среднем до 13,25%.

На низких стадиях катагенеза идет устойчивая карбонизация смолисто-асфальтовых компонентов. Симбатно для всех изученных фракций уменьшается доля водорода, азота и (Н/С)<sub>ат</sub>. Степень ароматичности молекул САК при этом растет, содержание метиленовых и метильных групп в алифатических заместителях падает. Термокatalитические процессы в конце мезо и начале апокатагенеза с глубины порядка 5000 м сопровождаются алифатизацией асфальтенов. Это проявляется в увеличении отношения (Н/С)<sub>ат</sub>, содержании водорода, уменьшении степени ароматичности и замещенности молекул асфальтенов. Этот процесс идет параллельно с увеличением доли высококонденсированных ароматических ядер во фракциях ароматических УВ. Таким образом, деструкция асфальтенов с одной стороны, вероятно, приводит к переходу наиболее конденсированной части асфальтенов в нерастворимое состояние, а с другой стороны легкая часть асфальтенов идет на новообразование УВ.

Полученные материалы свидетельствуют, что отложения юры до глубин порядка 4,0–4,5 км еще не вышли из главной зоны нефтеобразования и могут представлять интерес для поисков нефтяных залежей. В скв. Тюменская СГ-6 зоны микроаккумуляции УВ приурочены к следующим интервалам: жидкие и газообразные (с подчиненной долей метана) УВ от ачимовской пачки до нижнекотухтинской подсвиты (глубина 5220 м); метан со следами тяжелых газообразных УВ – 5280–5310 м; преимущественно метан – ниже 5500 м.