

## **БИОМАРКЕРЫ (КАДАЛЕН И РЕТЕН) ЮРСКО-МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ**

**С.Б. Остроухов, В.А. Цыганкова, П.Ф. Попова**

*Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ВолгоградНИПИморнефть», Волгоград,  
ostso@mail.ru*

В последние годы в акватории Северного Каспия открыт ряд месторождений нефти и газа в отложениях нижнего мела. Это сопровождалось углубленным изучением как kernового материала, так состава и строения органического вещества пород и пластовых флюидов. В результате проведенного комплексного литолого-геохимического анализа пород готерив-барремского (неокомского), аптского и альбского возраста, выявлены условия осадконакопления и формирования залежей углеводородов в раннем мелу в новой нефтегазоносной провинции шельфа Каспия, установлена хорошая корреляция типов органического вещества с условиями формирования пород, их вмещающих.

В данной статье на примере участка Ракушечно-Широтного вала акватории Северного Каспия рассматриваются результаты литолого-геохимических исследований.

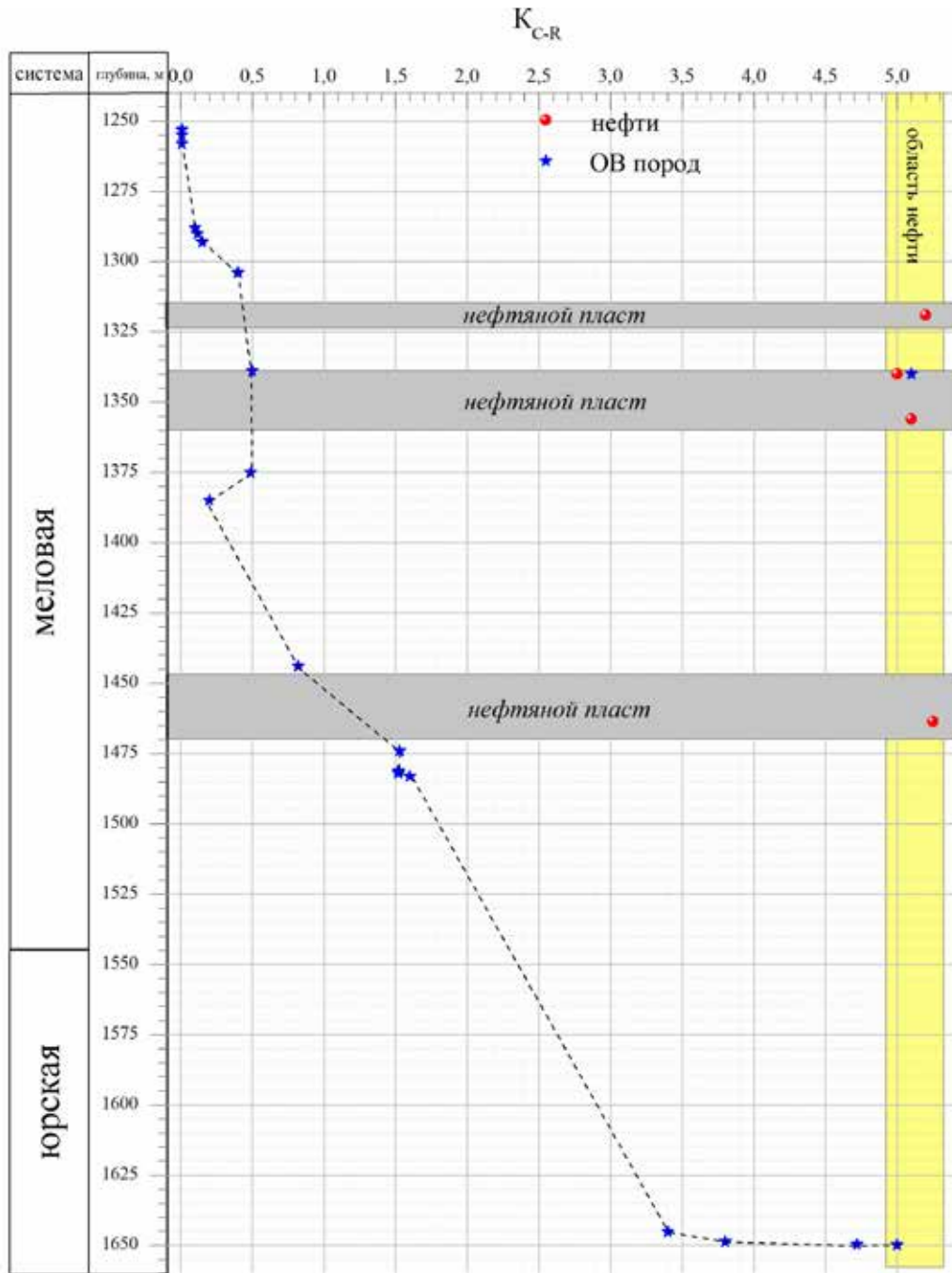
Нижнемеловые отложения акватории Северного Каспия представлены главным образом толщей переслаивания аргиллитоподобных глин, алевролитов и песчаников. В нижней, готерив-барремской части разреза, сформированной после регионального перерыва в осадконакоплении на рубеже юрского и мелового периодов, на размытой поверхности верхней юры залегают наибольшее количество песчаников, которые накапливались в условиях, изменяющихся от мелководно- и прибрежно-морских до континентальных.

В отложениях аптского и альбского возраста, которые сформировались в основном в условиях мелководного шельфа, доминируют глины алевролитистые с прослоями алевролитов глинистых, реже — алевролитов песчанистых и песчаников.

В kernовом материале из скважин акватории 2, 4, 6 и 8 Ракушечной площади среди мелко-среднезернистых песчаников неокомского возраста встречены прослои с грубозернистым, гравийным и мелкогалечным материалом, свидетельствующие о полицикличности осадконакопления, которое сопровождалось многочисленными перерывами и размывами подстилающих пород потоками высокой энергии. Особо необходимо отметить наличие в керне крупных углефицированных растительных остатков. При этом спорово-пыльцевой анализ, выполненный Е.Н. Здобновой, показал преобладание во всех выделенных спектрах пыльцы хвойных растений. Это указывает на широкое распространение хвойной растительности, произраставшей в прибрежных участках моря и на островах в раннемеловое время. Современное состояние аналитической техники позволяет идентифицировать остатки данных растений в составе пород и пластового флюида на молекулярном уровне. Естественно, что наличие хвойной растительности должно отражаться и в составе ОВ пород данного возраста.

Для подтверждения этого предположения был рассмотрен весь набор биомаркеров, напрямую связанных с биологическим веществом хвойной растительности. Наиболее информативными из них оказались кадален и ретен, являющиеся конечными стабильными ароматическими продуктами природных биологических веществ, образовавшихся в результате сложных многостадийных превращений посредством химических реакций в недрах. При этом необходимо отметить, что у кадалена и ретена исходное биологическое вещество разное: у кадалена — это ароматические терпеновые вещества, а у ретена — смолистые. Поэтому кадален и ретен отражают не только присутствие хвойной растительности в раннемеловой период, но и, вероятнее всего, изменения в её видовом составе.

Анализ содержания данных соединений в составе ОВ пород показал закономерное их изменение в зависимости от глубины погружения пород. При этом тенденция изменения их содержания в составе ОВ пород имеет разнонаправленный характер: для ретена наблюдается закономерное снижение его содержания с глубиной, в отличие от кадалена, содержание которого



Изменение значений коэффициента  $K_{C-R}$  с глубиной залегания пород на примере скв. 8 Ракушечная

с глубиной увеличивается. Оценить закономерности изменения содержания кадалена и ретена от глубины погружения наиболее эффективно можно с помощью различных коэффициентов, в частности, коэффициента, отражающего изменение содержания кадалена и ретена в составе ОВ пород по отношению друг к другу:

$$K_{C-R} = \frac{C_C}{C_R}, \text{ где } C_C \text{ — содержание кадалена, } C_R \text{ — содержание ретена.}$$

На рисунке представлен график, показывающий изменение значений данного коэффициента с глубиной погружения пород. На графике видно, что значения  $K_{C-R}$  во всём интервале глубин изменяются в очень широком диапазоне — от 0,001 до 5,3. При этом в альбских и аптских отложениях коэффициент имеет самое низкое значение на уровне 0,001,

что связано со значительным преобладанием в данных отложениях ретена и крайне низким содержанием кадалена. Известно, что аптский и особенно альбский морские бассейны занимали значительно большую площадь, чем готерив-барремский, и, следовательно, побережья с наземной растительностью были удалены от территории исследований. Учитывая, что ретен, содержащий смолистые вещества, более устойчив к транспортировке, чем кадален, можно предположить, что низкое содержание кадалена обусловлено удалённостью растительности от источника сноса.

С глубиной погружения нижнемеловых отложений, в их составе всё больше начинает доминировать кадален, что отражается на значениях коэффициента  $K_{C-R}$ , которые увеличиваются от 0,01 до 1 и выше. Это, в свою очередь, свидетельствует о понижении уровня моря и о приближении суши к территории исследований. В отложениях неокомского возраста содержание кадалена начинает превышать содержание ретена уже более, чем в 1,5 раза. Это связано, помимо вышеуказанного, возможно, и с изменениями видового состава хвойной растительности, произраставшей в прибрежной зоне. Суммарное содержание кадалена и ретена в отложениях является одним из показателей фациальной зональности. Так, было отмечено, что с увеличением мористости суммарное их содержание в породах значительно уменьшается вплоть до полного исчезновения, что объясняется удалённостью зоны накопления от основного источника сноса. Всё это хорошо согласуется с результатами палеофациальных реконструкций.

Значительный интерес для исследования представляют породы с остатками углей и древесной растительности, широко представленные в нижнемеловых отложениях. Их анализ позволяет уточнить состав и строение основных биомаркеров как для данной территории, так и для всего региона, поскольку древесные остатки несут в себе всю информацию об исходном органическом веществе высшей растительности рассматриваемого периода.

Значения коэффициента  $K_{C-R}$  как для рассеянного ОВ пород этих отложений, так и для самих древесных включений имеют одинаковые величины, соответствующие 1,5, что подтверждает информативность полученного материала при анализе пород.

При этом необходимо отметить, что, при общей хорошо выраженной тенденции изменений в индивидуальном содержании данных соединений с глубиной залегания (наличие линии тренда для них), наблюдаются отдельные прослои пород, в которых их содержание значительно отличается от средних значений (линии тренда). Это явление характерно в первую очередь для нефтенасыщенных пород. На рисунке (верхний нефтяной пласт) хорошо видно, что для породы значение коэффициента находится в диапазоне 5,0–5,3, соответствующего нефтям. В данном случае мы имеем значительное скопление нефтяных углеводородов в породе рассматриваемого интервала, что, соответственно, сказалось на составе экстракта и значениях коэффициента.

Тем не менее, для ряда пород, не имеющих столь высокого нефтенасыщения, как нефтяные залежи, значение коэффициента также достаточно высокое по отношению к линии тренда. И, как показывает исследование, чем выше нефтенасыщенность породы, тем больше это отклонение. Таким образом, эта закономерность служит хорошим индикатором проницаемости пород в природных условиях.

Особо необходимо отметить содержание кадалена и ретена в составе нефти. Для всех изученных продуктивных нефтяных отложений неокомского возраста содержание данных соединений остаётся практически постоянным. При этом кадален всегда значительно преобладает над ретеном, на что указывают высокие значения коэффициента  $K_{C-R}$ . Постоянство же значений коэффициента на уровне значений 5–6 для всех нефтяных отложений, в свою очередь, указывает на их единый генетический источник.

Исходя из содержания кадалена и ретена в нефти ( $K_{C-R}=5-6$ ), вероятным их источником можно указать ОВ отложений юрского возраста. На рисунке видно, что значения коэффициента ( $K_{C-R}=3,4-5,1$ ) ОВ отложений байос-батского возраста (средняя юра) практически приближаются к значениям нефти. Приведённые на рисунке значения  $K_{C-R}$  являются результирующими исследований кернового материала и его древесных включений. При этом в составе ОВ отложений байос-батского возраста аллохтонные составляющие не обнаружены, поэтому высокие значения коэффициента  $K_{C-R}$  в данном случае отражают обстановку начальной стадии седиментации. На основании низкой катагенетической преобразованности, байос-батские отложения не могут рассматриваться в качестве нефтепроизводящих.

Таким образом, особенности ароматического состава ОВ пород и нефтей отражают не только влияние наземной растительности на формирование нефтематеринского вещества, но и позволяют уточнить литолого-фациальные условия формирования пород в раннемеловое время в пределах акватории Северного Каспия.