

А. И. КОНЮХОВ, Г. И. КРУТОВА

**КАТАГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МИНЕРАЛЬНОЙ И ОРГАНИЧЕСКОЙ  
ЧАСТИ ГЛИНИСТЫХ ПОРОД  
В ЮРЕ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ**

*(Представлено академиком Н. В. Беловым 4 III 1970)*

Терригенные отложения юры Восточного Предкавказья, представленные ритмическим чередованием горизонтов глин и аргиллитов с горизонтами песчано-алевролитовых пород, имеют мощность от 200—300 до 700—800 м и залегают в интервале глубин от 800—1000 м (районы северного склона кряжа Карпинского, Астраханские поднятия) и 1500—2000 м (сводные районы кряжа) на севере и до 2500—4000 м (южный склон кряжа, северные районы Терско-Кумской впадины) на юге.

Изучались изменения глинистых пород в связи с увеличением глубины их захоронения. При этом основное внимание было обращено на исследования минерального состава, объемного веса и пористости глинистых пород, а также на изучение состава и выхода битуминозного рассеянного вещества, связанного с глинистыми породами.

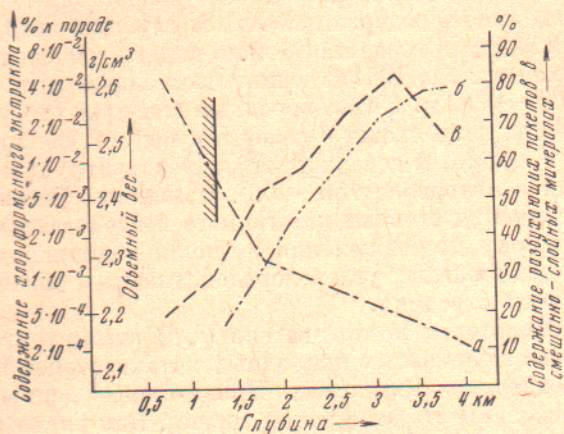
На основании данных дифрактометрического, химического, термического и электронномикроскопического анализов был установлен полиминеральный характер глинистого вещества в терригенных породах юры. Исследование фракции  $< 0,001$  мм показало, что наиболее типичными минералами для юрских отложений Восточного Предкавказья являются гидрослюда, каолинит, хлориты и смешанно-слоистые неупорядоченные образования гидрослюдисто-монтмориллонитового ряда. Несколько меньшее распространение имеют монтмориллонит, галлуазит и нерегулярные смешанно-слоистые минералы хлорито-монтмориллонитового состава. В отношении основных породообразующих минералов наблюдается определенная приуроченность их к различным горизонтам разреза. Так, каолинит и гидрослюда характерны главным образом для нижних подразделений терригенной юры: тоара, аалена, нижнего байоса (хотя в том или ином количестве эти минералы встречаются по всему разрезу); хлориты и хлорит-монтмориллонитовые смешанно-слоистые образования типичны для верхнего байоса. Распространение же по территории таких минералов, как монтмориллониты и смешанно-слоистые образования гидрослюдисто-монтмориллонитового состава, зависит от глубины залегания глинистых пород. Так, монтмориллониты, присутствие которых зафиксировано в некоторых разрезах области Астраханских поднятий, не встречены на глубинах более 1200—1300 м. В интервале до 1500—1600 м исчезают также нерегулярные смешанно-слоистые образования гидрослюдисто-монтмориллонитового состава с большим содержанием монтмориллонитовых пакетов (порядка 40—60% от общего числа разбухающих и неразбухающих слоев), чрезвычайно распространенные в районах небольшой захороненности юрских пород<sup>(1)</sup>. В дальнейшем, с увеличением глубины погружения юрских отложений наблюдается закономерное, хоть уж и не столь резко выраженное, как ранее, уменьшение количества разбухающей фазы в глинистых породах, причем соотношение монтмориллонитовых и гидрослюдистых пакетов в составе смешанно-слоистых образований изменяется в пределах от 1 : 3 (интервал глубин 1800—2500 м) до 1 : 10 (интервал глубин 3500—4000 м). Наряду с пе-



рестройкой смешанно-слойных образований гидрослюдисто-монтморилло-нитового состава происходит перестройка также хлорито-монтморилло-нитовых смешанно-слойных минералов в сторону образования чистых разностей хлоритов.

Таким образом, выявляется отчетливая картина потери глинистыми компонентами юрских пород способности к разбуханию вследствие постепенной трансформации монтмориллонитовых составляющих до гидрослюда и, возможно, хлоритов. Наиболее интенсивно этот процесс протекает в интервале глубин от 1000 до 1600 м (рис. 1, а).

Рис. 1. Зависимость изменения физических, минеральных и битумино-логических характеристик юрских глинистых пород Восточного Предкавказья от глубины их залегания, а — содержание разбухающих компонентов в смешанно-слойных минералах гидрослюдисто-монтмориллонитового состава; б — объемный вес; в — содержание хлороформного экстракта. Показана граница интервала существования монтмориллонитов



Тонкообломочные пелитовые образования, распространенные в различных районах Восточного Предкавказья, представлены разностями с существенно различной степенью литификации — от мягких пластичных разбухающих глин в северных районах с объемным весом 2,21—2,39 г/см<sup>3</sup> и пористостью 11—18,5% до глин сильно уплотненных и, наконец, до типичных аргиллитов с объемным весом 2,55—2,65 г/см<sup>3</sup> и пористостью 3—6%. Рис. 1, б отражает зависимость изменения объемного веса глин от глубины их захоронения. Характер кривой говорит о постепенном увеличении объемного веса глинистых пород с погружением их на большие глубины. Сравнение кривых а и б свидетельствует о связанности во времени описанных выше процессов: гидрослюдизации разбухающих глинистых минералов и возрастания объемного веса глин, — что вполне понятно, так как оба эти явления протекают с потерей глинами межслоевой воды. Однако для окончательной утраты глинами способности к разбуханию, кроме ухода из них седиментационной влаги, необходимо поступление в породу больших количеств калия, жестко скрепляющего между собой алюмосиликатные пакеты. Согласно данным химического анализа во фракции < 0,001 мм глинистых пород количество калия увеличилось с 2,63—3,57% на глубинах 1—2 тыс. м. до 6,24% в интервале глубин 3,8—4,1 м.

Интервал глубин, м	До 1500	1500—2500	2500—3500	3500—4100
Содержание K <sub>2</sub> O, %	3,42	4,09	4,63	5,48—6,24

Поступление больших количеств калия в глины связано с высвобождением его при разложении в катагенезе калиевых полевых шпатов и калий-содержащих слюд, главным образом биотитов, довольно широко представленных в юрском терригенном комплексе Восточного Предкавказья.

Органическая часть (битумоиды) глинистых пород была исследована при помощи люминесцентно-битуминологического анализа, а также методом газо-жидкостной хроматографии. Параллельно устанавливалось содержание в отдельных образцах органического углерода. Оказалось, что если распределение органического углерода в глинах, отобранных в разных районах изученной территории, оставалось в общем достаточно близким (1—



1,8 иногда до 2,5% к весу породы), то в отношении выхода легких битумоидных компонентов в этих же породах наблюдались значительные различия. Повсеместно в отложениях, вскрытых на глубинах 800—1400 м, отмечались весьма низкие концентрации хлороформенных битумоидов (ХБ) — порядка  $n \cdot 10^{-4}$  —  $n \cdot 10^{-3}$ % к весу породы. Относительно большие содержания ХБ (до 0,005—0,01%) были зафиксированы лишь на глубинах свыше 1600 м<sup>(2)</sup>, где выход ХБ возрастал в 5 и более раз по сравнению с отложениями, мало захороненными. С дальнейшим увеличением глубины погружения юрских терригенных отложений (свыше 2000 м) было связано уже более постепенное возрастание выхода ХБ. Рис. 1в отражает зависимость содержаний ХБ от глубины погружения осадочных образований юрского возраста. Можно видеть, что основной сдвиг в сторону увеличения выхода ХБ из глинистых пород происходит в интервале глубин 1300—1800 м. Углеводородные спектры хлороформенных битумоидов из юрских глин схожи с таковыми нефтей, обнаруженных в отложениях этого возраста, и содержат все основные группы углеводородов (УВ), кипящих в интервале 156—406°. Изменение углеводородного состава ХБ при увеличении степени катагенного воздействия на вмещающую породу идет в сторону его утяжеления, а именно накопления в составе рассеянных битумоидов тяжелых углеводородов, главным образом *n*-метанового и ароматического строения.

Некоторые исследователи<sup>(3, 4)</sup> рассматривают монтмориллониты в качестве главнейших природных катализаторов процессов нефтеобразования в осадочных формациях. Приведенные данные показали недостаточную обоснованность этой точки зрения. Как видно из рис. 1, монтмориллониты в юрских отложениях повсеместно характеризуются ничтожными содержаниями рассеянных углеводородов (порядка 0,0001—0,001% к породе). Примерно такие же концентрации ХБ наблюдались в глинах, где основными компонентами являлись нерегулярные смешанно-слоистые гидрослюдисто-монтмориллонитовые образования с большим числом разбухающих пакетов (до 40—60%). Отсутствие в области распространения тех и других глин каких-либо промышленных скоплений нефти также свидетельствует о том, что эти породы не могут рассматриваться в качестве нефтепроизводящих. Таким образом, несмотря на наличие достаточно больших количеств органического вещества (0,2—1,2%), монтмориллонитовые глины явно не реализовали свои битум- и нефтепроизводящие возможности. Следовательно, по крайней мере в случае юрских отложений Восточного Предкавказья, монтмориллониты нельзя рассматривать в качестве природных катализаторов процессов битумообразования. Одной из причин этого, по-видимому, является присутствие в монтмориллонитах, погруженных на довольно значительные глубины, больших количеств связанной воды, которая резко уменьшает его каталитические свойства<sup>(5)</sup>. Процессы перестройки разбухающих минералов глин также нельзя считать прямо связанными с генезисом в породах микронепти. Дело в том, что там, где происходит наиболее интенсивная трансформация монтмориллонитовых составляющих (глубины 800—1500 м), не наблюдается заметного увеличения выхода из глинистых пород ХБ. Впервые относительно высокие содержания ХБ в породах фиксируются в интервале глубин 1600—1800 м, где процессы преобразования разбухающих компонентов глин идут уже в замедленном темпе. Вместе с тем, именно в данном интервале глубин юрские породы попадают в зону температур и давлений, необходимых для глубокого изменения органического вещества указанных пород (80—120°)<sup>(6)</sup>. Именно эти факторы (достаточно высокие температуры и давления) являются главными при генерировании в породах нефтяных битумоидов, а впоследствии и нефти.

Таким образом, проведенные исследования являются еще одним свидетельством в пользу термокаталитического характера процессов битумообразования в глинистых породах. Роль же разбухающих компонентов в глинах заключается прежде всего в сохранении до решающих этапов би-



тумообразования органических соединений, являющихся предшественниками нефтяных углеводородов (главным образом аминокислот и липидов). При уплотнении глинистых образований вместе с водой из межпакетных промежутков разбухающих минералов выходят и указанные соединения, которые при прохождении породами начальных стадий катагенеза трансформируются в углеводороды нефтяного типа.

Московский государственный университет  
им. М. В. Ломоносова

Поступило  
1 II 1970

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> А. И. Конюхов, Н. И. Рязанова, Бюлл. МОИП, отд. геол., № 2 (1968).  
<sup>2</sup> А. И. Конюхов, Г. И. Теодорович, ДАН, 188, № 2 (1969). <sup>3</sup> А. В. Фрост, Происхождение нефти и природного газа, 1947. <sup>4</sup> Т. Т. Клубова, Роль глинистых минералов в преобразовании органического вещества и формировании порового пространства коллекторов, «Наука», 1965. <sup>5</sup> А. И. Богомолов, Тр. Всесоюзн. нефт. н.-и. геол.-разв. инст., в. 132 (1959). <sup>6</sup> M. C. Louis, B. P. Tissot, Symp. I of the 7th Intern. Petroleum Congress in Mexico, 1967.