

Н. В. ТАГЕЕВА

## К ВОПРОСУ О ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

*(Представлено академиком С. И. Мироновым 24 III 1951)*

За последнее время, благодаря геохимическому изучению осадочных пород, пластовых растворов и подземных газов, вполне достоверно установлены некоторые широко распространенные геохимические (чисто химические, коллоидные, биохимические, радиохимические) процессы, происходящие в глинистом, песчано-глинистом или карбонатно-глинистом осадке, образующемся на дне моря в прибрежной его части при значительном прогибании коры (в заливах, лагунах, бухтах, эстуариях, дельтах, в местах распространения коралловых рифов, а также местами в открытой части моря).

Эти процессы имеют большое значение в геохимии осадочных пород. Особенно важны они для выяснения формирования некоторых типов осадочных пород и пластовых вод, а также происхождения нефти и углеводородных газов.

При морском осадкообразовании, вместе с отложением кристаллических и коллоидно-дисперсных минералов биогенного, органического и неорганического происхождения, в осадке задерживается часть придонной морской воды, разнообразная микрофлора и газы придонной части бассейна.

Вещество образовавшегося илистого слоя представляет, в общем, следующее.

**Твердое вещество слоя.** Кристаллические и коллоидно-дисперсные минералы разного химического состава и происхождения. В основном — это песчано-глинистые и карбонатно-глинистые осадки. В глинистых частицах их — значительное содержание поглощенного кальция как характерный признак континентального образования. Органическое вещество растительного и животного происхождения.

**Жидкости слоя.** Придонная морская вода с растворенным органическим веществом.

**Газы слоя.** Газы придонной воды бассейна.

Вскоре внутри осадка создается сравнительно замкнутая обстановка и специфические условия, при которых начинают протекать некоторые геохимические процессы, результаты которых сильно отражаются на твердой, жидкой и газообразной составляющих осадка, придавая всему комплексу пласта определенный геохимический облик.

Довольно скоро в пласте наступает некоторое подвижное геохимическое равновесие, которое при благоприятных условиях (спокойном залегании пласта и морском режиме сверху при значительном прогибании коры) может сохраняться долгое время. В табл. 1 приведены главные геохимические черты подобного осадка, которые, вероятно, благоприятны для нефтеобразования.

Процесс	Геохимическое выражение процесса
<p>1. а) Катионный обмен между коллоидными глинистыми частицами, принесенными с суши в прибрежную часть бассейна, и морской водой, удержанной осадком</p> <p>б) Катионный обмен между карбонатом кальция прибрежного осадка и <math>MgCl_2</math> погребенной морской воды с образованием доломита</p> <p>в) Адсорбционное поглощение бора из морской воды глинистыми частицами осадка</p>	<p>а) <math>Ca, Sr, Ba, Ra</math> (коллоидная частица суши) + <math>2NaCl</math> (удержанная осадком морская вода) <math>\rightarrow 2Na</math> (коллоидная частица моря) + <math>(Ca, Sr, Ba, Ra) Cl_2</math> (удержанная осадком метаморфизованная морская вода)</p> <p>б) <math>CaCO_3</math> (мелкодисперсный) + <math>MgCl_2</math> (удержанная осадком морская вода) <math>\rightarrow MgCO_3</math> (мелкодисперсный) + <math>CaCl_2</math> (метаморфизованная морская вода); <math>CaCO_3</math> (мелкодисперсный) + <math>MgCO_3</math> (мелкодисперсный) = <math>CaMg(CO_3)_2^*</math></p>
<p>2. а) Микробиологические процессы, ведущие к установлению анаэробной среды</p> <p>б) Микробиологическое анаэробное восстановление сульфатов в удержанной осадком морской воде при окислении органического вещества осадка с образованием сероводорода и бикарбонатов в растворе с последующим выпадением карбоната кальция и отчасти магния. Образование доломита и сернистого железа в осадке</p>	<p>а) <math>CH_4</math> (органическое вещество пласта) + <math>2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O</math> и другие реакции окисления</p> <p>б) <math>(Ca, Mg)SO_4</math> (удержанная осадком морская вода) + <math>CH_4</math> (органическое вещество пласта) <math>\rightarrow (Ca, Mg)S + CO_2 + 2H_2O</math>; <math>(Ca, Mg)S + 2CO_2 + 2H_2O \rightarrow H_2S + (Ca, Mg)(HCO_3)_2</math> (метаморфизованная морская вода); <math>(Ca, Mg) \cdot (HCO_3)_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + (Ca, Mg)CO_3</math> (мелкодисперсный осадок, из которого, весьма вероятно, образуется доломит); <math>H_2S</math> (метаморфизованная морская вода) + <math>FeCO_3</math> (метаморфизованная морская вода) <math>\rightarrow CO_2 + H_2O + FS</math> (коллоидный осадок)</p>
<p>3. Адсорбционное поглощение <math>H_2O</math> из удержанной осадком морской воды частицами породы</p>	<p><math>H_2O</math> (удержанная осадком морская вода) + коллоидно-дисперсные частицы породы <math>\rightarrow H_2O</math> (коллоидно-дисперсные частицы породы); при этом в пласте образуется рассол из удержанной осадком метаморфизованной морской воды</p>
<p>4. а) Действие излучения радия (<math>\alpha</math>-частиц), растворенного в пластовом растворе, на молекулы <math>H_2O</math> пластового раствора с образованием свободного водорода, а затем метана</p> <p>б) Действие излучения радия (<math>\alpha</math>-частиц), растворенного в пластовом растворе, на органические кислоты, находящиеся в пласте, с образованием углеводов**</p>	<p>а) <math>4H_2O</math> (пластовый раствор) <math>\rightarrow 4H_2 + 2O_2</math>; <math>2O_2 + 2C</math> (органическое вещество пласта) = <math>2CO_2</math>; <math>4H_2 + CO_2 = CH_4 + 2H_2O</math></p> <p>б) <math>2CH_3COOH \rightarrow 2H_2 + CO_2 + 2CO + CH_4</math>; уксусная к-та</p> <p><math>CH_3(CH_2)_{14} - \begin{matrix} O \\ // \\ C \\ \backslash \\ OH \end{matrix} \rightarrow C_{15}H_{32} + CO_2</math> пальмитиновая к-та</p>

\* Этот процесс образования доломита требует дальнейшего изучения.  
\*\* Об этом см. (1, 5).

## некоторых прибрежно-морских осадочных пород

## Проявление процесса

в твердой части пласта	в жидкости пласта	в газах пласта
<p>Обогащение коллоидных частиц пласта натрием с образованием морских Na-глин. Обогащение карбонатных частиц породы Mg с образованием доломита. Обогащение глинистой части породы бором. Обеднение осадка элементами: Ca, Sr, Ba</p>	<p>Переход в пластовый раствор хлоридов Ca, Sr, Ba, Ra с образованием хлоридных щелочноземельно-натриевых вод, являющихся метаморфизованной морской водой. Относительное обеднение натрием и магнием</p>	
<p>Обогащение мелкодисперсными карбонатами Ca и Mg; может быть, образование доломита (?). Обогащение сернистым железом. Обеднение сульфатами, некоторое обеднение органическим веществом</p>	<p>Обогащение угольной кислотой, сероводородом, бикарбонатами Ca и Mg. Обеднение сульфатами до очень низкого их содержания. Относительное обеднение органическим веществом.</p>	<p>Обогащение углекислотой и сероводородом. Отсутствие кислорода</p>
<p>Обогащение водой</p>	<p>Обеднение H<sub>2</sub>O с постепенным образованием концентрированных хлоридных, бессульфатных рассолов из метаморфизованной морской воды</p>	
<p>Обеднение исходным органическим веществом</p>	<p>Обогащение углеводородами. Обеднение исходным органическим веществом и некоторым количеством воды</p>	<p>Обогащение углеводородами, преимущественно метаном</p>

Черты эти установлены на основании количественных экспериментальных данных моих исследований формирования пластовых хлоридных щелочноземельно-натриевых рассолов — обычных спутников нефти и вмещающих их пород, а также на основании экспериментальных работ некоторых других исследователей (2-4). Эти экспериментальные данные подтверждаются сопоставлением с природным материалом.

Проведенные исследования показали, что указанные в табл. 1 процессы протекают в широко распространенных песчано-глинистых породах (суглинках и алевролитах) и в карбонатно-глинистых прибрежно-морских осадках. При этом в них имеет место анаэробная обстановка с разнообразной микрофлорой, обогащение глинистых частиц осадка поглощением натрия, образование в осадке карбоната кальция, доломита и минералов сернистого железа, формирование и сохранение хлоридных щелочноземельно-натриевых бессульфатных рассолов — обычных спутников нефти, представляющих метаморфизованную морскую воду.

Весьма вероятно, что в этих условиях в пласте образуются диффузно-рассеянные углеводородные газы и нефть при воздействии радиоактивного излучения радия, который содержится в хлоридных бессульфатных щелочноземельно-натриевых рассолах пласта. Некоторыми исследованиями экспериментально установлено образование метана и некоторых других углеводородов при действии  $\alpha$ -частиц на молекулы воды и жирные кислоты. Дальнейшая судьба углеводородов пласта связана с их миграцией в пластах и образованием скоплений нефти и газа.

Лаборатория гидрогеологических проблем  
Академии наук СССР

Поступило  
28 II 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. А. Соколов, очерки генезиса нефти, 1948. <sup>2</sup> S. C. Lind, *Sci. of Petroleum*, 1, 39 (1937). <sup>3</sup> A. Rivière, *C. R.*, 209, 2, 597, 691 (1934). <sup>4</sup> C. W. Sheppard and W. S. Whitehead, *Bull. Am. Ass. Petr. Geol.*, 28, 924 (1944). В. А. Соколов, Тр. 17-й сессии международн. геол. конгр., 4, стр. 311, 1940.