

УДК (556.332.46:551.734) : 553.982(476)

ЛИТОЛОГИЯ

И. П. КАРАСЕВ, Г. А. КАЗЕНКИНА, Л. А. ДЕМИДОВИЧ,
Н. В. НАЗАРОВА

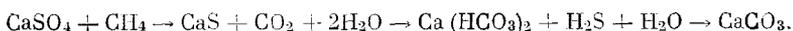
КАРСТ В ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТАХ ДЕВОНСКОЙ ОСАДОЧНОЙ ТОЛЩИ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БЕЛОРУССИИ

(Представлено академиком А. А. Трофимуким 20 IX 1971)

В процессе глубокого бурения на нефть в Припятском прогибе обнаружено большое количество крупных и мелких пустот в толще карбонатных и сульфатно-карбонатных пород межслоевых отложений верхнего девона (провалы инструмента, поглощение бурового раствора). Эти пустоты приурочены, как правило, к отдельным участкам Речицко-Вишанской зоны нефтегазоаккумуляции, характеризующимся определенным гидрохимическим режимом подземных вод. Результаты анализов вод ⁽¹⁾, оконтуривающих нефтяные залежи в межслоевых отложениях, показывают понижение в них содержания сульфат-иона. Так, в районах Речицкого и Осташковичского нефтяных месторождений по мере приближения к контуру нефтеносности концентрация сульфатов в водах изменяется от 400 до 100 мг/л. В водах же не нефтеносных структур (например, Октябрьская площадь, Туровская и др.) концентрация сульфат-иона превышает 700 — 1100 мг/л ⁽²⁾.

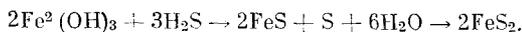
Обеднение вод сульфат-ионом происходит в результате процессов сульфатредукции, которые сопровождаются восстановлением сульфатов углеводородами нефтяного ряда при активном участии бактерий. При этом сульфат-ион постоянно расходуется на окисление углеводородов с образованием углекислого газа, в связи с чем пластовая вода вновь и вновь растворяет сульфаты, как раствор, не насыщенный ими. Таким образом, сульфатредукция неизбежно сопровождается растворением сульфатных пород, а выделившийся углекислый газ способствует растворению карбонатных пород, с образованием как крупных карстовых пустот, так и мелких. Реакции эти обусловлены гидрохимическими процессами, происходящими в глубоких горизонтах при крайне замедленном движении подземных вод, в условиях диффузионного движения геохимически активных газобразных компонентов ⁽³⁾.

В природе процессы сульфатредукции распространены довольно широко, но наибольшего развития они достигают в районах нефтяных месторождений. Восстановление протекает по следующей реакции:



На первом и втором этапах восстановления, когда в результате энергичной жизнедеятельности бактерий содержание углекислоты растет, реакция идет слева направо: твердые карбонаты растворяются, переходя в бикарбонаты, и щелочной резерв пластовых вод повышается. На третьем этапе реакции в связи с убылью углекислого газа давление его снижастся и начинается обратное выделение карбонатов в твердую фазу, в виде кальцита II генерации, заполняющего пустоты и трещины в породах. Это выделение происходит локально только по путям «вентиляции» углекислого газа.

Выделившийся в процессе реакции сероводород в условиях восстановительной среды и наличия в породах межсолевого комплекса соединений Fe (до 3,7%) образует пирит (4):



Образовавшийся пирит II генерации обильно фиксируется в изучаемых породах в виде агрегатов крупных кристаллов, заполняющих пустоты и трещины, псевдоморфоз по органогенным остаткам, метасоматических образований по вмещающим известнякам и доломитам.

Чаще всего пирит приурочен к нефтеносным перекристаллизованным доломитам и известнякам водо-нефтяной зоны. По его взаимоотношению с кальцитом II генерации, заполняющим пустоты и трещины, можно говорить о почти одновременном выделении или о несколько позднем выделении пирита. Таким образом, широкое распространение пирита II генерации в изучаемых породах также является показателем процессов сульфатредукции.

Большой интерес представляет изучение новообразованного кальцита II генерации. По мнению некоторых исследователей (5), этот кальцит мог отложиться только в зоне древнего гипергенеза — при выведении задоуско-елецких пород в поверхностные или приповерхностные условия. Микроскопические исследования при изучении характера и особенностей постседиментационных преобразований в породах показали, что крупнокристаллический кальцит II генерации корродирует и деформирует терригенные зерна кварца, метасоматически замещая их (кварц в карбонатных породах присутствует в виде примеси). Последнее обстоятельство указывает на то, что формирование кальцита II генерации происходило в глубоких горизонтах, так как замещение карбонатами кварца — характерный процесс для сильно уплотненных пород, погруженных на значительные глубины и претерпевших энергичное растворение (6). Кроме того, приуроченность крупнокристаллического кальцита II генерации к стилолитовым швам также свидетельствует о его катагенетической природе. Стилолиты являются одним из многочисленных морфологических выражений процесса выщелачивания в глубоких горизонтах (7).

Изучение изотопов углерода C^{12} и C^{13} в кальците II генерации и вмещающих их карбонатных пород, проведенное Э. М. Галимовым по Осташковскому и Речицкому месторождениям, показало, что кристаллы кальцита II генерации имеют тот же или более «тяжелый» изотопный состав, чем вмещающие их породы (вмещающие доломиты и известняки имеют δC^{13} от $-0,07$ до $0,75\%$, кальцит II генерации от $-0,12$ до $-0,60\%$). Это возможно лишь в том случае, если отложение кальцита II генерации происходило в закрытой по отношению к источникам углерода системе, т. е. в глубоких горизонтах. Приведенные данные свидетельствуют о том, что растворение карбонатных пород, фиксируемое выделениями кальцита II генерации, связано с прогрессивным эпигенезом (катагенезом), а не с древним гипергенезом, как это считалось до сего времени. На развитие процессов образования карста, залегающего ниже базиса эрозии, указывается в многочисленных работах (3, 4, 6, 7).

Наши исследования позволили также установить, что выщелачивание началось еще в стадию диагенеза, в обводненном, не литифицированном осадке. Об этом свидетельствует растворение первичного тонкозернистого кальцита и диагенетического доломита с последующей их перекристаллизацией в более крупные кристаллы. Кроме того, можно наблюдать мелкие пустоты в органогенных первично пористо-проницаемых илах, фиксируемые выделениями мелкозернистого кальцита I генерации в виде крустификационных каемок вокруг первичных элементов. При этом количество заключенного в осадке органического вещества является основным фактором растворения, вызывающим появление углекислоты в иловых водах.

Процессы выщелачивания пород в глубоких горизонтах девонских отложений Припятского прогиба происходят в современных геологических условиях, несмотря на, казалось бы, неблагоприятную гидродинамическую обстановку. Отложения девонских пород залегают на глубинах более 1500 м, и водообмен с поверхностью не происходит. Из скважин, вскрывших межсолевой комплекс, получены рассолы, относящиеся к хлоркальциевому типу с минерализацией 250—360 г/л. Движение подземных вод замедленное или даже застойное. Отмеченная выше сульфатредукция в водах вблизи нефтяных месторождений является доказательством этих процессов. Особенно низкое содержание сульфатов приурочено к подошвенным водам, где эти реакции усилены. Следы современного растворения мы наблюдаем в известняках и доломитах, промываемых подошвенными водами, в виде пустот выщелачивания размером от 0,01 до 0,5 см и более. Растворению подвергается кальцит II генерации и доломит II генерации. За контуром нефтеносности известняки лишены следов растворения.

Таким образом, как показывают наши исследования, процесс растворения с образованием крупных и мелких пустот в породах задонско-елецкого горизонта (межсолевые отложения) начался в стадию диагенеза и продолжается в современных геологических условиях. В этой связи нельзя считать доказанной приуроченность пористо-кавернозных коллекторов к региональным перерывам в осадконакоплении, тем более, что убедительных доказательств наличия последних нет. Считаем, что при поисках пород с высокими коллекторскими свойствами необходимо ориентироваться на расположенные в благоприятных геологических условиях площади с определенным гидрохимическим составом и режимом подземных вод, т. е. с усиленным проявлением в этих зонах процессов сульфатредукции.

Белорусский научно-исследовательский
геологоразведочный институт
Минск

Поступило
13 IX 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. П. Лавров, Л. И. Шаповал, В. В. Толкач, Сborn. Вопросы геологии территории БССР и некоторых смежных районов УССР, Минск, 1967. ² Г. В. Богомолов, Л. К. Берзина, Тр. Инст. геол. АН БССР, Минск, 1963. ³ М. С. Кавеев, Геология нефти и газа, № 4 (1967). ⁴ В. А. Сулин, Воды нефтяных месторождений в системе природных вод, М., 1946. ⁵ И. И. Урьев, К. М. Обморышев, В. П. Корзун, Сborn. Литология, геохимия и полезные ископаемые Белоруссии и Прибалтики, Минск, 1970. ⁶ Л. Б. Рухин, Основы литологии, М.—Л., 1961. ⁷ К. К. Зеленов, ДАН, 103, № 1 (1955). ⁸ К. Б. Аширов, Тр. Инст. микробиол. АН СССР, в. 7 (1961).