

Г. И. ТЕОДОРОВИЧ

**ОСАДОЧНЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ФАЦИИ ПО ПРОФИЛЮ
ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА
И ВЕРОЯТНЫЕ НЕФТЕПРОИЗВОДЯЩИЕ ИХ ТИПЫ**

(Представлено академиком С. И. Мироновым 11 III 1954)

Типы осадочных геохимических фаций по профилю гН выделены были Л. В. Пустоваловым ^(1, 2), а позднее рассмотрены нами ⁽³⁾. Вопрос о положении вероятных нефтепроизводящих фаций среди общего комплекса геохимических фаций субаквальных отложений затрагивался нами ^(4, 5). Здесь делается попытка уточнить этот вопрос путем рассмотрения основных типовых профилей окислительно-восстановительного потенциала в субаквальных отложениях на основе литологических исследований девона Урало-Волжской области и при учете некоторых новых экспериментальных данных.

Предполагается, что формирование вероятных нефтепроизводящих пород происходит в условиях морских и вообще соленых вод, в восстановительной обстановке, в слабо щелочной, щелочной или нейтральной среде ^(6, 4).

Основные типы геохимических фаций по профилю окислительно-восстановительного потенциала, установленные по наиболее распространенным в природе железистым минералам — индикаторам, таковы:

1) Сульфидная — сероводородная или ясно восстановительная фация. К ней относятся отложения, в которых диагенетические минералы железа представлены практически только FeS_2 (пирит и марказит), лишенные донной фауны, для которых обычны повышенные содержания органического вещества и FeS_2 . Сероводородное заражение ила было все время, так как поверхность окислительно-восстановительного раздела проходила значительно выше поверхности осадка.

2) Сульфидно-сидеритовая (и сульфидно-шамозитовая) или восстановительная фация, иначе — сидеритовая фация со значительным количеством FeS_2 . К ней относятся отложения, для которых характерны следующие диагенетические минералы железа — сидерит (отчасти анкерит) и пирит-марказит, или шамозит и FeS_2 , обычно отсутствие донной фауны, повышенные содержания органического вещества и FeS_2 . Эта геохимическая фация естественно разделяется на три подтипа: а) сульфидно-сидеритовый, для которого характерны рассеянные сидерит и FeS_2 ; б) сульфидно-шамозитовый, для которого характерны диагенетические шамозит и Fe_2S ; в) смешанная или сульфидно — сидерито — шамозитовая.

Для всех подтипов рассматриваемой геохимической фации, поскольку в них образуется сидерит или шамозит, сероводородное заражение наступает в илу не сразу, так как тонкий верхний слой его представляет подобие нижеописываемой собственно сидеритовой фации. Среднее положение окислительно-восстановительного раздела чуть выше поверхности осадка.

3) Сидеритовая (и шамозитовая) или слабо восстановительная фация. К ней относятся отложения, в которых диагенетические минералы железа представлены обильным сидеритом (анкеритом), или шамозитом или тем и другим, тогда как окисные минералы железа отсутствуют, и в которых нередко содержится донная фауна; характерны заметные или значительные количества органического вещества. Эта геохимическая фация, аналогично предыдущей, разделяется на три подтипа: а) сидеритовый, для которого характерно обилие сидерита при небольшом содержании FeS_2 и отсутствии окисных минералов железа; б) шамозитовый — с обильным шамозитом при небольшом содержании FeS_2 и отсутствии окисных минералов железа; в) смешанный или сидерито — шамозитовый.

Для всех подтипов рассматриваемой геохимической фации среднее положение поверхности окислительно-восстановительного раздела совпадает с поверхностью осадка.

Поскольку нас интересуют условия, благоприятные для формирования нефтяных битумсов, необходимо учитывать соленость нормально морской воды и прочие ее особенности. В морях рН обычно выше 7,0, а вообще в морях и соленых лагунах — выше 6,6. Поэтому на диаграмме полей устойчивости пирита — сидерита — гематита в морской воде, данной в работе ((⁷), рис. 1) по E_h и рН, необходимо ограничить поле сидерита ординатой, отвечающей рН 7 или 6,6. В этих случаях на указанной диаграмме видно, что поле устойчивости сидерита находится почти полностью или в подавляющей части ниже граничной линии $E_h = 0$, в области отрицательных значений E_h , т. е. действительно сидерит образуется в морских осадках обычно в слабо восстановительной среде.

4) Фация закисно-окисных лептохлоритов, а также сидерит-гематитовая («нейтральная» по профилю гН). К ней относятся отложения, содержащие значительные или большие количества диагенетических закисно-окисных лептохлоритов, а иногда содержащие совместно гематит (окислы Fe) и сидерит, нередко с донной фауной, в которых содержание органического вещества невелико или очень мало. В морях и лагунах в некоторых случаях возможно совместное нахождение гематита (окислов Fe) и сидерита; это следует и из диаграммы полей устойчивости (⁷). Рассматриваемая геохимическая фация подразделяется на три подтипа: а) закисно-окисных лептохлоритов, для которого характерно обилие этих лептохлоритов и возможно присутствие обычно небольших количеств гематита (окислов Fe) или сидерита; б) сидерит — гематитовый, для которого характерно совместное нахождение сидерита и гематита (окислов Fe), а возможно содержание небольших количеств закисно-окисных лептохлоритов; в) смешанный или сидерито — гематито — лептохлоритовый (закисно-окисные лептохлориты) *.

Среднее положение окислительно-восстановительного раздела находится в самой верхней части осадка.

5) Глауконитовая и в основном окисных лептохлоритов) или слабо окислительная фация. К ней относятся отложения, обогащенные диагенетическим глауконитом или соответствующим в основном окисным) лептохлоритом, а также содержащие значительные количества глауконита или соответствующего лептохлорита, часто с донной фауной или ее следами; характерна бедность органическим веществом, нередко содержатся небольшие или значительные количества окислов — гидроокислов железа.

* Рудные скопления гематита, как и значительные содержания его, возникают при рН менее 8,0, т. е. в основном при положительных или нейтральных (не левых) значениях E_h (⁸). Кроме того, наклон граничной линии между полями устойчивости гематита и сидерита по отношению к условной нейтральной линии значений гН будет значительно меньше, чем к нулевой линии E_h . Следовательно, область совместного нахождения гематита и сидерита значительно меньше показанной на диаграмме (⁸).

Глауконитовая фация подразделяется на три подтипа: а) глауконитовый, для которого характерен диагенетический глауконит; б) в основном окисных лептохлоритов — характерны соответствующие диагенетические лептохлориты; в) смешанный или глауконитово-лептохлоритовый (в основном окисные лептохлориты). Окислительно-восстановительный раздел, во всех подтипах глауконитовой фации, проходит в более глубоких горизонтах осадка, чем для фации закисно-окисных лептохлоритов, но, повидимому, на разной глубине в различных случаях.

б) Фация окислов и гидроокислов железа или окислительная. К ней относятся отложения, содержащие окислы или гидроокислы железа среди минеральной массы, относящейся безразлично к изменениям гН, или обогащенные окислами — гидроокислами железа, часто с донной фауной или ее следами; органическое вещество практически отсутствует. В отложениях окислительной фации минералы, чувствительные к изменениям гН, пройдя все стадии диагенеза осадка, остаются в подавляющей своей части или полностью состоящими из соединений вполне окисленных, т. е. с наивысшими степенями окисления, возможными в иловых условиях.

Как мы отмечали (⁴), в отношении образования нефтяных битумов по нашему мнению наиболее благоприятны две геохимические фации морей и вообще соленых вод: сульфидно-сидеритовая (сидеритовая со значительным содержанием FeS_2) и сульфидная (сероводородная). Даже при классификации геохимических фаций по отношению к органическому веществу приходится пользоваться теми же железистыми минералами — индикаторами; но в этом случае дополнительные (к минералогическим) названия фаций могут быть и другие: 1) сульфидная (сероводородная) фация или восстановительная; 2) сульфидно — сидеритовая и (сульфидно — шамозитовая) — слабо восстановительная (в среднем; точнее сначала имела место нейтральная обстановка, а позднее, главным образом, восстановительная); 3) сидеритовая (и шамозитовая) — нейтральная; 4) закисно-окисных лептохлоритов и сидерито-гематитовая — слабо окислительная; 5) глауконитовая (и в основном окисных лептохлоритов) — явно окислительная; 6) окислов и гидроокислов железа — резко окислительная.

Следует отметить, что в 1953 г. Л. А. Гуляевой (⁸) была предложена классификация окислительно-восстановительных обстановок по отношению к органическому веществу, включающая 4 обстановки: окислительную, субокислительную, восстановительную, сероводородную.

Намеченные положения окислительно-восстановительного раздела в осадках сульфидно-сидеритовой, собственно сидеритовой, лептохлоритовой (закисно-окисных лептохлоритов) и глауконитовой фаций «следует понимать как средние типичные положения этой часто колеблющейся границы» (⁴).

В наших работах ((⁴) и др.) было высказано, что для образования нефтяных битумов особо благоприятны или благоприятны не все разновидности сидеритовой фации (в широком смысле слова), а те, отложения которых содержат, помимо значительных количеств рассеянного сидерита и анкерита, значительные или заметные количества рассеянного FeS_2 (сульфидно-сидеритовая фация). По количеству сульфидной серы, или FeS_2 , — вне зависимости от типа пород, содержания органического вещества и всех соединений Fe в осадке, как и других условий, — нельзя судить об интенсивности восстановительных процессов. Известняки, например, весьма часто бедны соединениями железа, а потому и содержания сернистого железа в них могут быть пониженными даже в условиях сероводородной фации.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Л. В. Пустовалов, Пробл. сов. геол., 1, № 1 (1933).
- ² Л. В. Пустовалов, Петрография осадочных пород, 1, 1940.
- ³ Г. И. Теодорович, Бюлл. МОИП, 22, 1 (1947).
- ⁴ Г. И. Теодорович, ДАН, 69, № 2 (1949).
- ⁵ Г. И. Теодорович, ДАН, 86, № 5 (1952).
- ⁶ И. М. Губкин, Учение о нефти, 1932.
- ⁷ W. S. Krumbein, Garrels, J. of Geology, 60, No. 12, 1 (1952).
- ⁸ Л. А. Гуляева, Геохимия терригенных отложений девона Урало-Поволжья. Автореферат диссертации, 1953.