

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛОЖЕННЫХ ОРЕОЛОВ РАССЕЯНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ГЕОЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ПРИ ПОИСКАХ НЕФТИ И ГАЗА

Ю. П. Конценебин, В. Ю. Шигаев, Ю. Г. Шигаев

*Саратовский государственный университет*

В работе рассматриваются результаты исследований наложенных ореолов рассеяния микроэлементов геоэлектрохимическим методом при поисках и разведки нефти и газа. Выявленная закономерность в распределении параметров свидетельствует о возможности использования геоэлектрохимического метода для поиска и разведки месторождений углеводородов.

Наложённые ореолы рассеяния микроэлементов дают информацию при поисках месторождений углеводородов (УВ), которая не только может дополнить данные прямых методов, но и в ряде случаев позволяет получить новые ценные сведения. Не менее важным при этом является относительная дешевизна исследований, что позволяет существенно уменьшить затраты на бурение. Микроэлементы Mn, U, Ni, Cu, Ti и ряд других характеризуются большей сорбируемостью, они более устойчивы в поверхностных условиях, так как не уничтожаются при окислительных процессах и не поглощаются микроорганизмами [8]. Кроме того, по сравнению с УВ микроэлементы имеют значительно меньше природных источников, генетически не связанных с нефтегазовыми месторождениями.

Поиски любого полезного ископаемого основываются на теоретических представлениях об условиях его образования, формирования его промышленных скоплений и закономерностях их размещения в земной коре. При поисках нефти и газа это особенно важно ввиду их высокой подвижности и способности перемещаться на большие расстояния от места своего образования.

Нефтегазовую залежь можно рассматривать как локальную неоднородность, которая в течение длительного геологического времени воздействует на вмещающие породы. Результаты такого воздействия проявляются в возникновении аномалий геофизических полей и физико-химических параметров, а также в виде ореолов минеральных новообразований и концентрации микроэлементов. Этому свидетельствуют результаты многочисленных геофизических и

геохимических исследований [2, 3, 7 и др.]. Контрастность и структура аномалий в значительной мере обусловлены совокупностью геологических, литологических, физических, химических и других факторов, способствующих миграции УВ из залежи, окислительно-восстановительным реакциям в зоне эпигенетического изменения горных пород и формированию ореолов рассеяния микроэлементов.

Механизм образования неуглеводородных наложенных аномалий трактуется по-разному. Ряд исследований объясняют вторичные изменения в зоне насыщения УВ окислением последних с последующим взаимодействием  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  с минеральными компонентами [4].

В работе [6] В. З. Фурсов показывает, что неуглеводородные аномалии связаны с образованием летучих галогенидов и элементоорганических соединений, которые “являются своего рода воздушными шарами, поднимающими элементы к поверхности”.

Подобных выводов придерживаются О. Ф. Путиков, С. А. Вешев, Н. А. Ворошилов и др. [5], разработавшие математическую модель вертикального массопереноса при всплывании газовых пузырьков в толще горных пород. Мы же отметим, что какого-бы механизма не придерживаться, общими и одновременно основными факторами эпигенетического изменения горных пород и, как следствие, изменчивости геофизических, геохимических и биогеохимических полей являются: миграция УВ в перекрывающие отложения, наличие градиентов температуры, давления и механических напряжений горных пород, способствующих активному тепло- и массообмену.

Все микроэлементы, входящие в горные породы, находятся в них в различных формах. При этом каждая форма нахождения элемента

в горной породе характеризуется различной прочностью его связей с другими элементами. По данным Л. В. Антроповой [1] выделяются: водорастворимая, капиллярная, сорбированная формы, группа элементов, связанных с окислами и гидроокислами железа и марганца и группа форм нахождения элементов в виде собственных минералов.

В соответствии с вышеперечисленными формами нахождения элементов, существуют методы их выделения, позволяющие определить долю тяжелых металлов в валовой концентрации, ответственную за образование наложенных ореолов рассеяния элементов в горных породах. Одним из способов, позволяющих "усилить" влияние слабозакрепленных микроэлементов в валовой концентрации является электрический. К тому же, благодаря воздействию на горные породы электрических полей удается активизировать течение геохимических процессов. Эта возможность реализуется геоэлектрохимическим методом [8].

В период 1989–2005 гг. кафедрой геофизики Саратовского государственного университета были проведены геоэлектрохимические исследования на ряде месторождений УВ различных нефтегазоносных районах.

Ниже на примере Таловского газового месторождения рассмотрим результаты изучения наложенных ореолов некоторых микроэлементов.

Таловское газовое месторождение расположено в северо-западной части Прикаспийской впадины и приурочено к одноименной солянокупольной структуре. Размеры складки по отложениям верхневолжского яруса  $4,8 \times 2,9$  км<sup>2</sup>. амплитуда 70 м.

По данным бурения в геологическом строении Таловского месторождения принимают участие отложения пермской, триасовой, юрской, меловой, неогеновой и четвертичной систем. Промышленная газоносность установлена

в верхневолжских отложениях верхней юры на глубинах 880–950 м. Продуктивный горизонт представлен песчаниками с эффективной пористостью — 26 %. Залежь пластовая, сводовая, оконтуривается краевыми водами. Этаж газоносности — 59 м.

Геоэлектрохимические исследования были выполнены по сети субмеридиальных профилей. Непосредственно в контуре газоносности отработано 20 пикетов, 29 были вынесены за контур газоносности. Пробы отбирались из подпочвенных отложений с глубины 0,2–0,5 м. Предварительно был проведен анализ исходных концентраций некоторых элементов (табл.)

Представленные данные позволяют выявить определенную закономерность в распределении элементов по площади. Так средняя концентрация в образцах, отобранных за контуром залежи превышает их содержание в образцах, взятых в контуре месторождения. Вместе с тем необходимо отметить, что коэффициент контрастности, равный отношению средних концентраций микроэлементов в образцах, отобранных в контуре газоносности ( $C_{\text{в конт.}}$ ) и за контуром ( $C_{\text{за конт.}}$ ) за исключением Ni и Co, характеризуется сравнительно низкими значениями, не превышающими в целом средней квадратичной ошибки.

По результатам геоэлектрохимических исследований были построены карты распределения относительного параметра ( $\Delta U$ ) Mn, Ni, V, Ti, Cu, суммы всех элементов. Относительный параметр ( $\Delta U$ ) вычислялся по формуле:  $\Delta U = \frac{C_{\text{ток}}}{C_{\text{исх}}}$ , где  $C_{\text{исх}}$  — концентрация микроэлементов до пропускания через образцы пород электрического тока,  $C_{\text{ток}}$  — концентрация тех же элементов в приэлектродных зонах после пропускания тока. Относительный параметр по своему смыслу отражает степень активизации геохимических процессов в образцах горных пород электрическим током. Согласно результатам все элементы присутствуют как в катион-

Таблица

Среднее содержание некоторых элементов в подпочвенных отложениях на Таловском месторождении газа

Участок исследования	Mn	Pb	Cr	Ni	V	Cu	Zn	Co	Ti	Ca	B	Сумма
В контуре	86,25	6,75	19,6	32,4	30,05	6,9	57,25	1,71	630	1,61	22,25	893,15
За контуром	78,79	6,17	17,19	23,34	28,07	5,8	50,83	1,34	555,17	1,39	19,83	789,41
Коэффициент контрастности $C_{\text{в конт.}}/C_{\text{за конт.}}$	1,09	1,09	1,14	1,39	1,07	1,19	1,13	1,28	1,13	1,16	1,12	1,13

ной, так и в анионной формах примерно в равных количествах. В связи с тем, что все перечисленные карты имеют много общего и подобно-го в распределении ДУ по площади и не имеют между собой принципиальных отличий, остановимся на анализе карт ДУ меди на аноде (рис. 1) и суммы всех элементов на катоде (рис. 2) и аноде (рис. 3). На карте распределения относительного параметра  $Cu$  на аноде четко выделяется кольцевая аномалия, практически совпадающая с контуром газоносности. Максимальные значения ДУ достигают 1,4 и более условной единицы.

На картах суммы всех элементов на катоде (рис. 2) и аноде (рис. 3) значения ДУ изменяются от 0,5–0,7 до 3–4 единиц. Причем минимальные значения характерны для центральной части месторождения и на некоторых пикетах за пределами залежи. Максимальные значения ДУ группируются в аномалии, которые как бы опоясывают по периферии внешний контур газоносности. Отдельные значения ДУ в 1–1,2 единиц приходятся на внутренний контур. Более четкие и контрастные аномалии ДУ на аноде объясняются преобладанием элементов, нахо-

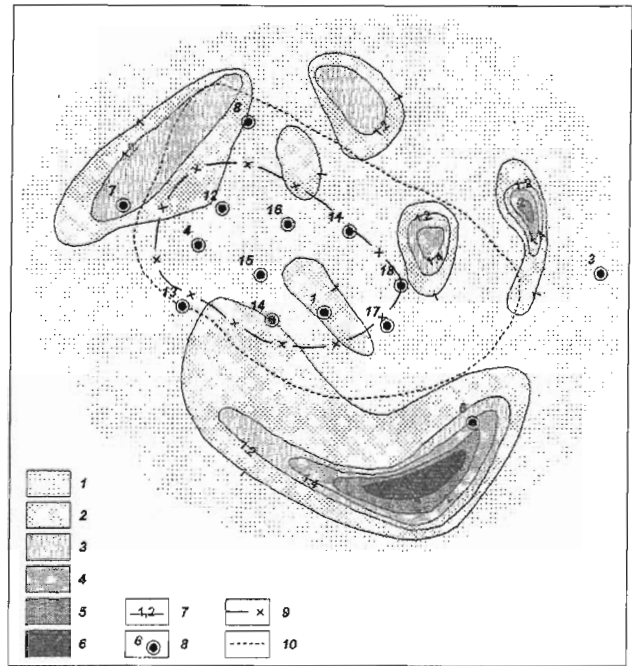


Рис. 2. Схема распределения относительного параметра суммы концентраций всех элементов на катоде Таловской площади: 1–6 — уровни относительного параметра (в усл. ед.): 1 —  $<1$ ; 2 —  $1 \div 1,2$ ; 3 —  $1,2 \div 1,4$ ; 4 —  $1,4 \div 2,0$ ; 5 —  $2 \div 4$ ; 6 —  $>4$ ; остальные условные обозначения см. рис. 1

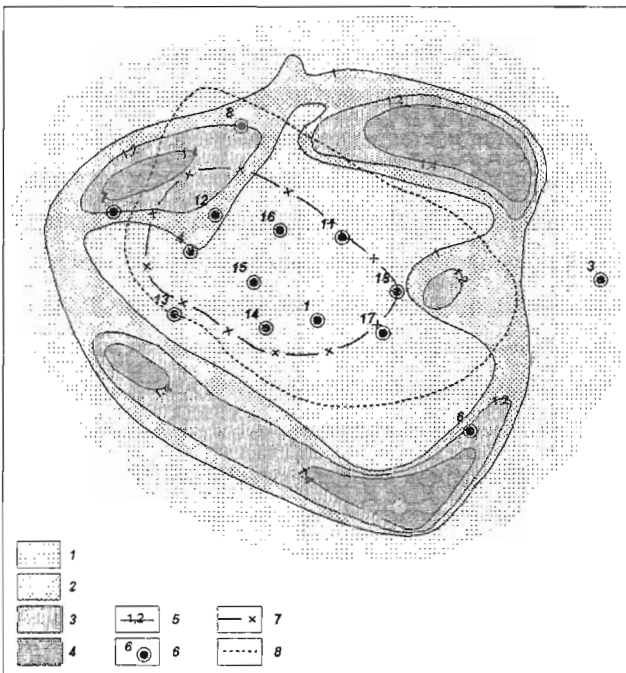


Рис. 1. Схема распределения относительного параметра меди на аноде Таловской площади: 1–4 — уровни относительного параметра (в усл. ед.): 1 —  $<1$ ; 2 —  $1 \div 1,2$ ; 3 —  $1,2 \div 1,4$ ; 4 —  $>1,4$ ; 5 — изолинии относительного параметра; 6 — скважина; 7 — внутренний контур газоносности; 8 — внешний контур газоносности

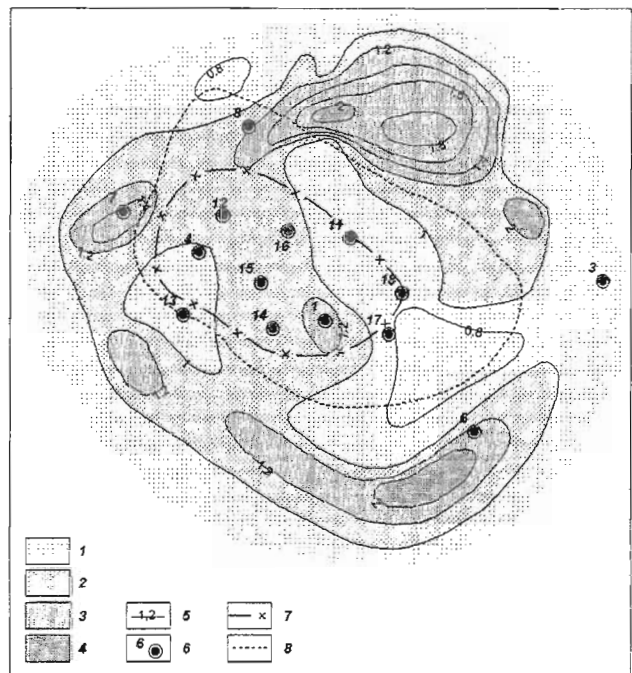


Рис. 3. Схема распределения относительного параметра суммы концентраций всех элементов на аноде Таловской площади: 1–4 — уровни относительного параметра (в усл. ед.): 1 —  $<1$ ; 2 —  $1 \div 1,2$ ; 3 —  $1,2 \div 2,0$ ; 4 —  $>2$ ; остальные условные обозначения см. рис. 1

дящихся в комплексной форме и имеющих отрицательный заряд.

Выявленная закономерность в распределении относительного параметра как отдельных, так и суммы концентраций всех элементов, на наш взгляд, подтверждает эффект кольцевого окаймления месторождения и свидетельствует о возможности использования геоэлектрохимического метода в изучении наложенных ореолов микроэлементов при поисках и разведке нефти и газа.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Антропова Л.В.* Формы нахождения элементов в ореолах рассеяния рудных месторождений. — Л.: Недра, 1975. 144 с.
2. Закономерности формирования и распределения геофизических и геохимических полей / Л. И. Зорькин, Е. В. Карус, О. Л. Кузнецов и др. Советская геология. № 11, 1978. С. 94—104.
3. О природе “кольцевых” физико-химических аномалий в осадочном чехле / Л. М. Зорькин, Е. В. Карус, О. Л. Кузнецов и др. Докл. АН СССР. Т. 243, № 2. С. 477—479.
4. *Соколов В.А.* Процессы образования и миграции нефти и газа. — М.: Недра, 1965. 275 с.
5. “Струйные” ореолы рассеяния над нефтегазовыми залежами в неоднородных средах / О. Ф. Путиков, С. А. Вешев, Н. А. Ворошилов и др. Геофизика. № 1, 2000. С. 52—56.
6. *Фурсов В.З.* Наложённые ореолы рассеяния химических элементов при поисках нефтегазовых месторождений // Геофизика. № 5, 1995. С. 34—41.
7. *Шигаев Ю.Г., Дудин В.В.* Применение геоэлектрохимических методов исследований при прогнозировании нефтегазоносности горных пород. Комплекс геофизических методов исследований в сложных геологических условиях. Тезисы докладов. — Пермь, 1989. С. 37—38.
8. *Шигаев В.Ю., Михеев С.И., Шигаев Ю.Г.* Способ геоэлектрохимического прогнозирования нефтегазоносности. Патент РФ № 2178189. БИ № 1, 2002.