

---

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ХИМИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

# ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Материалы Международной научной конференции

22 – 25 мая 2019 г.



Томск 2019

свободные от спектральных наложений; выбрана оптимально-компромиссная концентрация матричного элемента и мощность, подводимая к ИСП для каждого из методов. При разработке методик оценивали ПО примесных элементов (3s-критерий) и правильность результатов определения элементов примесей (методом «введено-найдено»).

АЭС ИСП методика количественного анализа позволяет определять 54 примесных элементов: Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Ga, Gd, Hf, Hg, Ho, In, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, Re, Sb, Sc, Se, Si, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Ti, Tm, V, W, Y, Yb, Zn, Zr.

МС ИСП методика количественного анализа позволяет определять 46 примесных элементов: Ag, Al, Au, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Hg, Ho, In, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Rb, Re, Sb, Sc, Se, Sm, Sn, Sr, Ta, Te, Ti, Tl, Tm, V, W, Y, Yb, Zn, Zr.

В таблице представлено сравнение ПО, полученных по разработанным методикам.

Как видно из таблицы, ПО которые обеспечивает МС ИСП методика на 1-2 порядка ниже, чем АЭС ИСП. Однако примеси As, B, Cd, Fe, Gd, K, Lu, Mg, Na, P, Si и Tb можно определить только по методике АЭС ИСП, так же следует отметить, что ПО для Zn для АЭС ИСП методики в 5 раз ниже, чем для МС ИСП методики.

Для методики АЭС ИСП ПО лежат в интервале от  $5 \cdot 10^{-5}$  до  $7 \cdot 10^{-2}$  % мас. Для методики МС ИСП – от  $5 \cdot 10^{-6}$  до  $3 \cdot 10^{-3}$  % мас. Внутривлабораторная прецизионность не превышает 15–20 %.

*Работа выполнена в соответствии с планом НИР ИНХ СО РАН по проекту V.45.1.4. №госрегистрации 0300-2016-0020.*

### Список литературы

1. Чудинов Э.Г. Атомно-эмиссионный спектральный анализ с индукционной плазмой // Итоги науки и техн. ВИНТИ. Сер. Аналитическая химия. 1990. Том 2. С. 3–251.
2. Путьшев А.А., Суриков В.Т. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой. Образование ионов. Екатеринбург : УрО РАН, 2006. 276 с.

УДК 544.07

### АНАЛИЗ КЕРНОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННОГО СПИНОВОГО РЕЗОНАНСА ANALYSIS OF KERNS BY ELECTRON SPIN RESONANCE METHOD

Цыро Л.В.<sup>1</sup>, Пичугина А.А.<sup>1</sup>, Унгер Ф.Г.<sup>2</sup>

Tsyro L.V.<sup>1</sup>, Pichugina A.A.<sup>1</sup>, Unger F.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

e-mail: [larisa.tsyro@yandex.ru](mailto:larisa.tsyro@yandex.ru)

For geology and geochemistry, an important role is played by the study of the properties of rocks surrounding productive horizons. The study of kernes is primarily descriptive, so the use of physico-chemical methods of analysis is relevant. The method of electron spin resonance allows us to determine the presence and quantify the spin centers in the rocks.

В настоящее время, в связи с активным использованием нефтей и природного газа в промышленности, актуальной проблемой стал поиск критериев прогнозирования нефтегазаносности разрабатываемого района, а также возможность ответа на вопросы связи состава керна с преобразованностью органического вещества пород, влияния металлов,

содержащихся в горных породах, на процессы формирования нефти. Исследование кернового материала необходимо для изучения геологического строения залежей, определения запасов, составления схем разработок месторождений и поиска способов воздействия на пласты. Для геологии и геохимии важную роль играет изучение свойств пород, окружающих продуктивные горизонты.

По химическому составу осадочные породы состоят главным образом из кремнезема, глинозема, закиси железа, окиси магния, кальция, натрия, калия. Осадочные породы содержат значительный процент углекислоты, двуокиси титана и др. Главными типами осадочных пород являются глины, глинистые сланцы, пески, песчаники и известняки. Глины и глинистые сланцы достигают 80 %, пески приблизительно 15 %, карбонатные породы 5 %.

Рассмотрение большого количества спектров кернов, полученных методом электронного спинового резонанса (ЭСР) для различных пород исследованных месторождений, позволяет сделать вывод об общности природы спиновых центров в породах. Для всех спектров наблюдается близкие формы линий, которые повторяются для кернов разных пород и разных месторождений. Это происходит в связи с тем, что химический состав различных пород отличается незначительно, керновые материалы различаются степенью сцементированности.

Интенсивность линии зависит от концентрации спиновых центров, а изменение формы линии, смещение пиков зависит от строения радикала. Спектры ЭСР всех типов пород имеют высокую интенсивность, широкую линию и достаточно сложный и неразрешенный вид. Анализ спектров свидетельствует о наличии в образцах многоспиновых атомов с нулевым ядерным спином – неразрешенное тонкое взаимодействие (например, атомов группы железа и некоторых редких земель, актинидов). Элементы более или менее разрешенной сверхтонкой структуры, проявляющиеся в системах пиков из 6 линий, свидетельствуют о наличии в породе малоспиновых атомов с ядерным спином  $5/2$ .

Сверхтонкая структура узкого пика в области  $g = 2$  в таких образцах не может быть получена из-за длительности решеточных спинов – релаксационных процессов, о чем свидетельствует малая мощность СВЧ – насыщения этого пика поглощения. В то же время, короткие времена релаксации характерны для носителей всех остальных сигналов, параметры насыщения для которых достигаются только при очень большой СВЧ – мощности клистрона. Интенсивность спектров свидетельствует лишь о небольшой примеси брекчии кристаллических структур многообразного фазового состава, спиновая структура которых проблематична. Исследованные порошки кернов по этому признаку можно было бы отождествить с плохо сцементированными наноматериалами различного состава.

Из анализа полученных данных можно сделать вывод, что с глубины 2000 м наблюдается тенденция уменьшения концентрации спиновых центров ( $C_{\text{СЦ}}$ ). Для малых глубин данных очень мало и судить об изменении концентрации спиновых центров в этом интервале сложно. Можно заметить, что значения  $C_{\text{СЦ}}$  в этом интервале глубин не превышают значения  $6 \cdot 10^{21}$  спин/г.

В коллекции керновых материалов имеется несколько месторождений, в которых керны отобраны в широком интервале глубин от 1300 м до 2900 м. Для таких месторождений область максимального значения  $C_{\text{СЦ}}$  – это интервал с 2000 м до 2300 м. В области более 2300 м значение  $C_{\text{СЦ}}$  минимально. Увеличение  $C_{\text{СЦ}}$ , «всплески» концентрации происходят для некоторых образцов аргиллита и песчаника, которые, вероятно, являются более рыхлыми по сравнению с остальными образцами. Таким образом, можно констатировать, что для большинства пород с увеличением глубины залегания ядра происходит уменьшение концентрации спиновых центров.

Для органического вещества ядра, который на спектре проявляется как синглет спектра свободных радикалов, концентрация спиновых центров ( $C_{\text{СЦ}}^{\text{S}}$ ) во всем интервале глубин составляет величину порядка  $10^{18}$  спин/г. В глубинной области наблюдается

возрастание  $C_{CC}^S$  для некоторых образцов – угольных переслаивающихся пород. Для этих образцов значение может достигать  $10^{20}$  спин/г. Эффект завышения  $C_{CC}^S$  для некоторых образцов происходит за счет того, что спектр синглета свободных радикалов дает не только органическое вещество породы, но и углерод (табл.).

Т а б л и ц а

**Характеристика образцов кернов**

Месторождение	№ образца	Порода	Глубина залегания	$C_{CC}^S \cdot 10^{-18}$ , спин/г
Арчинское	1	углистый аргиллит	3050,0–3055,0	1,6
Нижне-Табаганское	1	углистый аргиллит	2738,0–2739,0	18,7
Калиновое	5	алевролит	2818,0–822,0	4,1
Калиновое	8	аргиллит	2549,0–2557,0	2,0
Калиновое	12	уголь	2930,0–2936,0	226,0
Калиновое	13	уголь	2936,0–2941,0	626,7
Северо-Калиновое	1	аргиллит	2636,0–2646,0	2,7
Северо-Калиновое	13	аргиллит	2709,0–2713,0	7,6
Северо-Калиновое	14	аргиллит	2690,0–2697,0	1,5
Северо-Калиновое	15	переслаивающиеся глина, алевролит	2697,0–2705,0	2,5
Северо-Калиновое	17	аргиллит	2592,0–2597,0	4,0
Северо-Калиновое	19	аргиллит	2608,0–2612,0	2,1

Все керны бурения имеют сигнал электронного спинового резонанса. Спиновые свойства коллектора, «слипаемость» нефтяного материала с ним, возможность извлечения нефти или повышения нефтеотдачи, связь этих параметров с квантово-механическими причинами существования внутри- и межмолекулярных взаимодействий указывают на необходимость применения квантовой механики при исследовании химизма обобщенных свойств системы газ – нефть – вода – коллектор.

Исследование кернового материала необходимо также для изучения геологического строения залежей, определения запасов, составления схем разработок месторождений и поиска способов воздействия на пласты. Поиск возможной корреляции традиционных геофизических данных с данными, полученными современными физико-химическими методами, одним из которых является метод ЭСР, продолжает быть актуальным.

УДК 544.7

**ИЗУЧЕНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ  
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ  
THE STUDY OF THE ABSORPTION PROPERTIES VEGETABLE RAW  
MATERIALS OF THE ASTRAKHAN REGION**

**Шакирова В.В., Староверова О.В., Садомцева О.С.  
Shakirova V.V., Staroverova O.V., Sadomceva O.S.**

Астраханский государственный университет, Астрахань, Россия  
e-mail: [svv\\_2004@mail.ru](mailto:svv_2004@mail.ru)

In this study, an attempt is made to assess the absorption properties of plant raw materials of the Astrakhan region, with the aim of their further use for water purification from various kinds of toxicants. The study revealed that extracts of stems, roots and inflorescences of reeds, cattail and cane can be used as sorbents for environmental and technological purposes.