

Министерство Образования и Науки РФ
Российский Фонд Фундаментальных Исследований
Казанский (Приволжский) федеральный университет
Международный томографический центр СО РАН

Международный симпозиум
**«МАГНИТНЫЙ РЕЗОНАНС:
ОТ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ К ПРАКТИЧЕСКИМ
ПРИЛОЖЕНИЯМ»**

Сборник тезисов

Казань

21 – 23 апреля 2016 г.

В.Я. Волков¹, Б.В. Сахаров², Н.М. Хасанова³

¹ Московский технологический университет, г. Москва

² ГИЦ прикладной микробиологии и биотехнологии, г. Оболensk

³ Казанский федеральный университет, г. Казань

volkovobolensk@mail.ru

Исследование тяжёлых нефтей методом ЯМР релаксации в низких полях

В настоящей работе продолжены исследования направленные на создание метода оценки группового состава тяжёлых нефтей Волго-Уральского нефтегазового бассейна методом ЯМР с помощью разработанной ранее комбинированной импульсной последовательности ССИ+КПМГ [1]. Измерения проводили на ЯМР анализаторе «Протон 20М», производства ЗАО СКБ «Хроматэк» (<http://www.chromatec.ru/>). Основные усилия были направлены на доказательство принадлежности твёрдофазной компоненты ССИ к протонам асфальтенов и улучшения точности оценки содержания асфальтенов. В образцах с двух скважин Ашальчинского месторождения было определено точное содержание асфальтенов методом осаждения гексаном и получена деасфальтизированная нефть (мальтеновая фракция). Эту фракцию использовали для получения образцов с заданным содержанием асфальтенов путём смешивания с образцами из одной нефти.

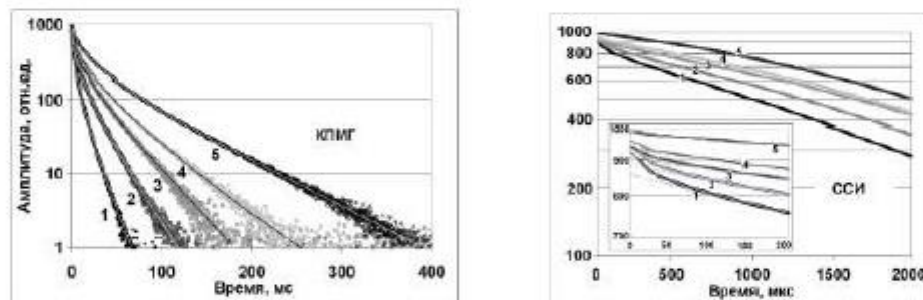


Рис.1. а) Спады поперечной намагниченности (КПМГ) и б) ССИ образцов нефти (1,2), мальтенов (3), и образцов (3,4), полученных смешиванием нефти (2) и мальтенов (3).

Обработку данных, представленных на рис. 1 а, проводили путём аппроксимации затухающих сигналов эха в серии КПМГ суммой 4-х экспонент (сплошные тонкие линии), а ССИ (рис. 1б) - набором функций, входящих в уравнение 1:

$$I(t) = A_{s0} * ((1 - f_{sam}) * \exp((-t / T_{2sa})^2) \sin(bt) / (bt) + f_{sam} * \exp((-t / T_{2sam})) + A_{m0} * (\exp(-t / T_{2m}) + A_{10} * (\exp(-t / T_{21}) * \exp((-t / T_{21})^2)) \quad (1)$$

где, A_{s0} , A_{m0} и A_b - истинные амплитуды (сразу по окончании 90 импульса, при $t=0$) выделяемых компонент, T_2 , T_{2sam} - времена поперечной релаксации, χ характеризующие

кристаллическую и аморфную составляющие твердой фазы с общей амплитудой $A_{сф}$ [1]. Насыщенности компонент рассчитывали по отношению к полной амплитуде ССИ при $t = 0$ по формулам $P_{сф,и} = A_{сф,и} / (A_{сф,и} + A_{ам,и} + A_{к,и})$ - для ССИ, и $P_i = A_i / (A_{сф} + A_{ам} + A_{к})$ для КПМГ. Результаты обработки, приведенные в таблице позволяют утверждать, что твердофазная компонента относится к протонам асфальтенов, а её интенсивность определяется их количеством (коэффициент корреляции между P_i и $C_{сф}$ составил $r^2 > 0,98$. P_i хорошо коррелирует и с величиной сигнала свободного радикала R , измеренного методом ЭПР.

№	С _{асф} ,%	P _{сф} ,%	P _а ,%	T _{2а} ,мкс	P _б ,%	T _{2б} ,мкс	P _с ,%	T _{2с} ,мкс	P _д ,%	T _{2д} ,мкс	R,р.е.
1	7,7	7,2	19,2	12,3	32,1	5,2	27,7	1,7	14,2	0,37	1009
2	6,4	6,0	26,8	20,3	30,5	7,3	24,7	2,1	11,4	0,41	731
3	4,2	3,7	31,3	30,2	32,5	9,8	20,9	2,7	11,5	0,62	285
4	2,9	2,4	25,1	44,4	33,4	15,4	25,2	4,2	13,3	0,85	238
5	0,0	0,7	25,5	81,7	33,2	29,8	25,1	8,0	13,6	1,74	147
Среднее			25,6		32,4		24,7		12,6		

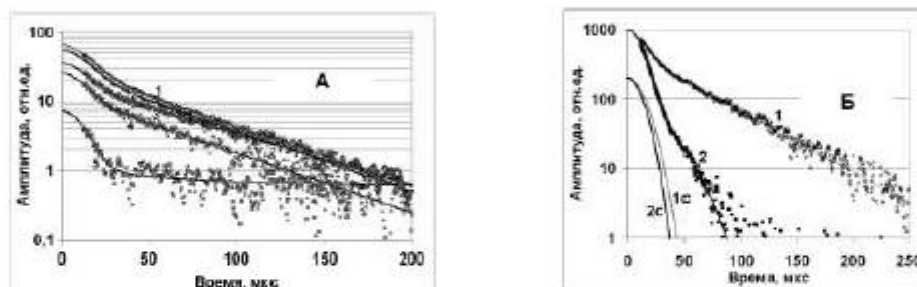


Рис. 2. а) Форма твердофазных участков ССИ образцов (1-5) и б) ССИ нефти(1) в сравнении с ССИ порошка асфальтенов (2), выделенных из неё, сплошные линии 1 и 2 с описывают вклад кристаллической составляющей в твердофазный сигнал образцов (1) и (2).

Особенности формы сигналов, представленных на рис. 2а и 2б, дополнительно указывают на их принадлежность к асфальтенам и согласуются с представлениями о существовании в нефти асфальтеновых структур с твердым ядром и аморфной областью вокруг него. Сопоставимость результатов, представленных выше в последней строке таблицы, с литературными данными SARA-анализа Ашальчинских нефтей указывают на перспективность предлагаемого подхода для создания ЯМР метода группового анализа нефтей, включая определение асфальтенов и других компонентов *in situ*.

- Сахаров, Б.В. Совместное измерение и комбинированная обработка сигналов СИ и ЭХА в серии КПМГ для оценки компонентного состава тяжелых нефтей / Б.В. Сахаров, Н.М. Хасанова, В.Я. Волков // «Новые достижения ЯМР в структурных исследованиях». Сборник VI Всероссийской конф. Казань, 6-9 апреля 2015. – С.67-68.