

СЕКЦИЯ «КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»

УДК 539.18

В.А.Жаворонков (5 курс, каф. КЭ), В.В.Давыдов, к.ф.-м.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ПРОДОЛЬНОЙ РЕЛАКСАЦИИ T_1 ТЕКУЩЕЙ ПРОТОНСОДЕРЖАЩЕЙ ЖИДКОСТИ

ABSTRACT: The calculation method for flow liquid spontaneous relaxation time T_1 in the strong heterogeneous magnetic field at the magnet – polarizer exit is elaborated. The analytical investigation of the strong heterogeneous magnetic field influence on the water spontaneous relaxation time T_1 in the magnet – polarizer is executed.

Одной из проблем, которые возникают перед разработчиками ядерно–магнитных расходомеров (ЯМР) и вариометров, является уменьшение размеров поляризатора при сохранении или улучшении точностных характеристик прибора [1,2]. Основным параметром, который определяет точность измерения в ЯМР расходомере и вариометре – это отношение сигнал/шум в схеме регистрации сигнала ЯМР. Максимальное значение отношения сигнал/шум в приборах такого типа формируется на выходе из поляризатора [3]. Далее по мере продвижения жидкости от поляризатора до схемы регистрации по трубопроводу величина отношения сигнал/шум только уменьшается. В поляризаторе, чтобы получить максимальное отношение сигнал/шум жидкость должна находиться время $\tau \gg 3 T_1$, где T_1 – продольное время релаксации (разное для каждой жидкости) [2,3]. Невыполнение этого условия приводит к уменьшению отношения сигнал/шум, а, следовательно, к уменьшению точности измерения.

При уменьшении размеров магнитной системы поляризатора уменьшается время τ , что приводит к уменьшению отношения сигнал/шум. Компенсировать данное уменьшение возможно двумя методами:

1. Увеличить величину магнитного поля в поляризаторе;
2. Уменьшить T_1 жидкости в момент нахождения её в магните поляризатора.

В данной работе исследовался второй метод. Для этого была построена аналитическая модель расчета T_1 жидкости на основе решения уравнения движения для матрицы плотности [4]:

$$1/i * [d\sigma/dt] = - [H_0 + F + H_1(\tau), \sigma]$$

где $H_1(\tau)$ - гамильтониан возмущения, который определяет воздействие сильного переменного магнитного поля, H_0 и F - невозмущенные гамильтонианы системы спинов и решетки.

При выводе аналитического выражения для T_1 было предположено, что изменение дипольного взаимодействия спинов внутри молекулы в потоке жидкости обусловлены только вращением молекулы. А изменение расстояния между спинами благодаря относительному перемещению молекул в потоке жидкости пренебрежимо мало. Кроме того, учитывалось то, что время релаксации каждого спина велико по сравнению с обратной величиной $1/A$, и отсутствует химический обмен между молекулами.

На основании полученного аналитического выражения для T_1 были сделаны расчеты зависимостей времени продольной релаксации T_1 воды от температуры, величины переменного магнитного поля в поляризаторе, коэффициента вязкости η при

добавлении в воду смесей $H_2O - D_2O$ (например, хлорированная вода, вода с ионами железа).

Полученные расчетные значения для T_1 соответствуют полученным ранее экспериментальным зависимостям T_1 от температуры и η , а также позволяют сделать вывод о том, что для изменения величины T_1 (хотя бы в 2 раза) необходимо создавать в магните-поляризаторе очень мощные переменные магнитные поля.

ЛИТЕРАТУРА:

- Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества. СПб: Из-во СПбГУ, 2000, 618 с.
Жерновой А.И. Ядерно-магнитные расходомеры Л.: Из – во Машиностроение, 1985, 136 с.
W. Konachon Flowmeters Richmond : Richmond university, 1999, 438 p.
А. Абрагам Ядерная индукция М.: Из – во Иностран. лит – ра, 1975, 688 с.