

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ АКТИВНЫХ ПОТЕРЬ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ ХЛОРИДА КАЛИЯ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ИОНОВ ПРИМЕСИ МЕТОДОМ БЕСКОНТАКТНОЙ ИНДУКТИВНОЙ ДИЭЛЕКТРОМЕТРИИ

ABSTRACT: In the given work one of possible ways definition of structure water by a method contactless inductive measurements and prospects its development is presented.

Вода занимает главенствующую роль в большинстве процессов на Земле, поэтому для понимания процессов с присутствием воды необходимо изучать её свойства. К настоящему времени изобрели множество методов, позволяющих получить ту или иную информацию о молекуле воды. Но и их оказалось недостаточно, чтобы объяснить все её свойства.

На сегодняшний день, многие необычные свойства воды пытаются объяснить ее структурными особенностями. Нас из всех свойств в первую очередь интересуют электрические свойства воды, в частности ее электропроводность. Такой интерес связан с тем, что электропроводность электролитов в водной среде, по мнению многих исследователей, находятся в тесной связи со структурой воды.

Поэтому в рамках данной работы стояла цель показать возможность исследования структурных изменений модельных систем, на примере водных растворов электролитов, путём анализа изменения активных потерь при различных концентрациях растворенных ионов примеси, а, следовательно, и электропроводности бесконтактным индуктивным методом.

В ходе эксперимента проводились измерения добротности измерительной ячейки (катушка с пробиркой исследуемого водного раствора). Измерения проводились на трёх различных частотах: 50кГц, 70кГц, 100кГц.

Добротность измерялась с помощью стандартного прибора для измерения добротности колебательного контура - Q-метра TESLA BM-560.

Задача экспериментального определения концентрационной зависимости добротности заключалась в следующем. Катушка индуктивности устанавливалась в разъемы Q-метра. После этого устанавливалась частота, на которой производились измерения. Далее с помощью ручки, изменяющей емкость переменного конденсатора, находился резонанс колебательного контура. Затем вносилась пробирка с исследуемым водным раствором. Внесение в колебательный контур пробирки с водным раствором приводило к тому, что

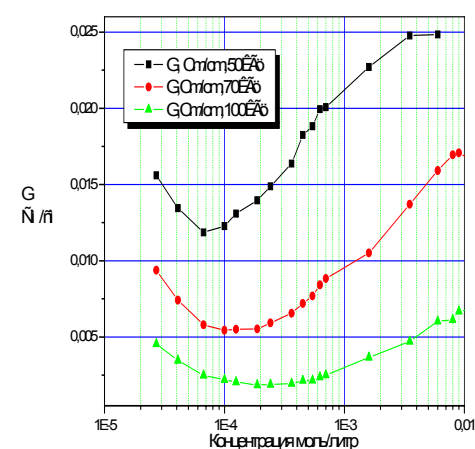


Рис. 1. Зависимость удельной проводимости системы от концентрации водного раствора KCl

добротность контура уменьшалась, и изменялась резонансная частота, на которую настраивались с помощью ручки, изменяющей емкость переменного конденсатора.

Полученные значения добротности и емкости фиксировались. Затем, вносилась проба с другой электропроводностью, и действия повторялись.

В качестве проб брались водные растворы NaCl и KCl с различной концентрацией $10^{-5} \div 10^{-2}$ моль/литр.

В ходе эксперимента получили зависимость добротности, от концентрации ионов KCl в водном растворе.

Как известно, добротность прямо пропорциональна проводимости системы, значит, ход высокочастотной проводимости от концентрации ионов примеси будет

иметь такой же вид (рис. 1). Причём, значение ВЧ проводимости можно рассчитать из известных данных полученных в ходе эксперимента $G=QC_1\omega$

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что с ростом концентрации ионов примеси первоначально наблюдается падение ВЧ проводимости, а дальнейшее увеличение концентрации приводит к тому, что ВЧ проводимость растёт.

Такой, на первый взгляд, противоестественный ход кривой «концентрация – ЭП» становится понятным, если приять во внимание эффект «пределной высокочастотной электропроводности» (ПВЧ).

Эффект ПВЧ означает, что растворитель уже изначально имеет электропроводность, при этом ЭП осуществляется, вероятно, благодаря водородным связям (ВС) по электронно-

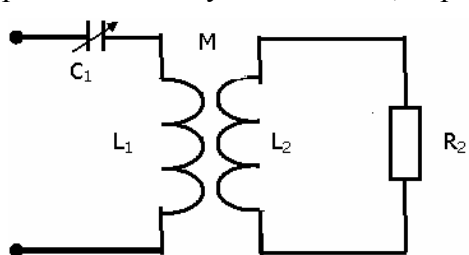


Рис. 2. Электрическая эквивалентная схема бесконтактной индуктивной ячейки

дырочному механизму. Поскольку ионы электролита разрушают ВС, то ЭП при малых содержаниях электролита снижается. Затем, когда концентрация электролита становится достаточно большой, вклад ионной составляющей в ЭП начинает постоянно превышать её спад, вызванный разрушением ВС, и рассматриваемая кривая выходит на подъём.

Если же рассмотреть эквивалентную трансформаторную схему нашей системы (рис. 2, где L_1 - индуктивность катушки, C_1 - ёмкость конденсатора, с помощью которого настраиваем на резонанс на определённой частоте, L_2 - эквивалентная

индуктивность пробы, R_2 - сопротивление пробы, G - проводимость системы), то выражение для ВЧ проводимости будет выглядеть так:

$$G=(R_2^2+\omega^2L_2^2)/\omega^2R_2M^2,$$

причём величина обратная R_2 характеризует проводимость пробы и монотонно растёт с ростом концентрации ионов примеси. Значит, при малых концентрациях, на которых выполняется $R_2 \gg \omega L_2$, ВЧ проводимость G обратно пропорциональна концентрации ионов примеси. При больших концентрациях ионов примеси, где $R_2 \ll \omega L_2$, ВЧ проводимость прямо пропорциональна концентрации ионов примеси. Минимума же ВЧ проводимости достигается при $R_2 = \omega L_2$.

Такой ход описывает и полученная нами экспериментальная кривая. Т.о. мы видим два различных участка: рост и падение проводимости, - на которых разные механизмы проводимости, а значит и разные структуры пробы. Также в ходе данной работы была подтверждена эквивалентная схема бесконтактной индуктивной ячейки. И, при дальнейшей доработке данный метод будет позволять бесконтактно определять проводимость пробы.