

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ВОДНЫМИ РАСТВОРАМИ, БИОЛОГИЧЕСКИМИ КЛЕТКАМИ И ТКАНЯМИ

Лященко А.К.

Учреждение Российской академии наук Институт общей и неорганической химии РАН, 119991, Россия, Москва, Ленинский проспект 31, E-mail: aklyas@mail.ru

Водная составляющая является общей для всех биологических систем. Именно с ней связано основное поглощение мм волн. Изучение механизма данного взаимодействия имеет как теоретический, так и практический интерес (в частности, при разработке жидкофазных материалов для радиотехнических устройств). Однако, в первую очередь, это важно в связи с лечебными эффектами мм волн низкой интенсивности (КВЧ-терапия).

Взаимодействие с мм волнами задается коэффициентами поглощения, отражения и радиояркостными параметрами воды и растворов, рассчитываемыми через СВЧ диэлектрические характеристики на конкретных частотах. Рассмотрены структурно-кинетические закономерности, определяющие диэлектрические спектры, поглощение и излучение водных систем во всей области ориентационной поляризации ($0,1-800 \text{ см}^{-1}$) и их связь с динамикой гидратных оболочек ионов и молекул (на основе развитой модели для набора ограниченных ротаторов, а также с дипольными и ионными потерями водного диэлектрика. При этом рассматриваются дополнительные области квазирезонансного поглощения в высокочастотной миллиметровой и субмиллиметровой областях, которые определяются не только вращательными движениями вокруг центра тяжести молекул, но и движениями вокруг других центров водных тетраэдрических фрагментов. Установлена специфика мм области и частотная граница между квазирезонансными и коллективными релаксационными процессами, находящаяся в этом диапазоне. Другой путь установления границы связан с расчетами характеристик диэлектрической проницаемости и поглощения воды и растворов на конкретных частотах мм области с использованием дебаевской релаксационной модели и эксперимента в см области с последующим сравнением результатов с мм измерениями. На частотах 80 – 120 ГГц экспериментально определены коэффициенты поглощения и отражения, диэлектрическая проницаемость и потери водных растворов ацетона, метилэтилкетона и ряда солей (хлориды и сульфаты щелочных металлов), выделены вклады гидратации и подвижности ионов. Показано разнознаковое изменение поглощения по сравнению с водой в растворах с высокой электропроводностью и подвижностью ионов (K^+ , Cs^+ , H^+ и др.) и пониженной подвижностью ионов (Na^+ , Li^+ , Ca^+ и др.). Составляющая ионных потерь играет даже большую дифференцирующую роль, чем вращательная подвижность воды в гидратных оболочках и, связанные с ней, дипольные потери. В последнем случае отсутствуют резонансные или релаксационные процессы, отличные от простой дебаевской релаксации. Детализация микроволновых диэлектрических процессов проведена с использованием аналитической модели ограниченных ротаторов и компьютерного МД моделирования (на примере растворов Li_2SO_4 , LiCl , CH_3OH , DMCO и др.).

Для установления влияния низкоинтенсивного мм излучения на химические реакции, до и после облучения были изучены электропроводность (растворы NaCl , KCl), кислотно-основное равновесие по данным функции кислотности Гаммета (растворы 0,1 М HCl и O -нитроанилина), электронные спектры (растворы NiCl_2). Для обработки в течение 50 минут использовались приборы Явь 1 (частоты 42.19 и 53.5 ГГц) и установка с частотами 80 – 120 ГГц. При этом изменения по сравнению с контрольными образцами отсутствуют. Поэтому можно предположить, что наблюдаемые другими авторами эффекты в растворах связаны с неравновесными процессами или условиями поверхности.

И то, и другое реализуется в случае биологических мм эффектов. Как и другими исследователями нами они наблюдались при прорастании семян. В таких случаях речь идет не только о поглощении мм волн (на молекулярном уровне), но и о передаче единичных эффектов взаимодействия (микроинформация) к биологической системе в целом (макроинформация). Предлагается модель такого перехода. Она основана на данных о дифференциации ионного состава водных подсистем биологических жидкостей, а также о разнознаковых по сравнению с водой изменениях поглощения и излучения разных растворов электролитов. Начиная с некоторых частот, должны появляться разнознаковые эффекты поглощения внутриклеточной (избыток ионов K^+ и большее поглощение) и внеклеточной (преобладание ионов Na^+ и меньшее поглощение) в локальных областях

жидкостей. Именно эти частоты используются в медицинской практике (длины волн 7,1; 5,6 и 4,9 мм).

Дифференцированное по сравнению с объемной водой поглощение и излучение, определяемое ионами и их гидратными оболочками, будет повышать микроциркуляцию воды, ионов и прочих компонентов в лимфе и других внеклеточных жидкостях. Это может обуславливать влияние мм волн на ДВС синдром. Механизм их радиопротекторного действия также может быть понят с этих позиций и определяется ускоренной рекомбинацией радикалов при лучшем перемешивании.

Избирательное увеличение подвижности частиц и «нагревание» растворов в локальных зонах внутри клетки должно влиять на потоки воды и ионов вблизи поверхностей раздела, их переход через мембраны, Na/K насосы и протонную помпу, ярко выраженную в случае растений. Таким путем возможна передача микроинформации на клеточный и тканевый уровень. Например, это возможно в случае кожных покровов, где присутствует избыток H^+ ионов вблизи поверхности (возможно, при последующем переизлучении). Лечебное и (или) природное воздействие электромагнитных волн мм диапазона также может реализовываться, поддерживая или оптимизируя условия гомеостаза. Таким путем внешние и внутренние электромагнитные поля и жизненные функции организма могут быть коррелированы (вместо энтелихии по Аристотелю).

THE MODEL OF MM RADIATION INTERACTION WITH AQUEOUS SOLUTIONS, BIOLOGICAL TISSUE AND CELLS

AK Lyashchenko

Institute of General and Inorganic Chemistry of the Russian Academy of Sciences,
E-mail aklyas@mail.ru

Литература

1. А.К. Лященко. Диэлектрическая КВЧ спектроскопия воды и водных растворов. В сб. Современные проблемы общей и неорганической химии. М.: ООО «Кармелла». 2004. С. 270-275.
2. А.К.Лященко, Т.А.Новскова. Структурная динамика и спектры ориентационной поляризации воды и других жидкостей. Глава в коллективной монографии Структурная самоорганизация в растворах и на границе раздела фаз. Под ред. А.Ю.Цивадзе. М. Изд-во ЛКИ. 2008. Глава 7. С. 417-500
3. А.К. Lyashchenko, A.Yu.Zasetsky. Complex dielectric permittivity and relaxation parameters of concentrated aqueous electrolyte solutions in millimeter and centimeter wavelength ranges. //J. Mol. Liquids. 1998. V. 77, P.61-75.
4. Т.А.Новскова, А.К.Лященко, В.И.Цаидук. Broad-band dielectric spectra and concentration-depended structural changes in aqueous dimethylsulphoxide solutions. Chem. Phys. Reports. 1999. V.18(3). P.467-483.
5. А.К. Lyashchenko, A.S.Lileev, A.Yu.Zasetsky, Т.А.Новскова, В.И.Цаидук. Orientational relaxation in hydrogen bonded systems: aqueous solutions of electrolytes. J.Chem. Soc., Farad.Trans.1993. V.89., № 12. P.1985-1991.
6. А.К.Лященко. Структурные эффекты сольватации и строение водных растворов электролитов. Журн. физич. химии. 1992. Т. 66, № 1. С. 167-184.
7. А.К.Лященко. Структура воды и водных растворов, релаксационные процессы и механизм воздействия миллиметрового излучения на биологические объекты. Биомедицинская радиоэлектроника, 1998. № 2. С.17-22.
8. Лященко А.К. Структура воды, миллиметровые волны и их первичная мишень в биологических объектах. Биомедицинская радиоэлектроника. 2007. № 8-9. С. 62-76.
9. Lileev A.S., Loginova D.V., Lyashchenko A.K. Dielectric properties of aqueous solutions of the hydrochloric acid. Mendeleev Communication . 2007 V.17. P.364-365.
10. А.С.Лилеев, Д.В.Логинова, А.К.Лященко. СВЧ-диэлектрические свойства водных растворов КОН. Журн. неорган. химии. 2011. Т.56. №4. С. 697-704
11. Лященко А.К. Состояние болезни, структура воды и первичный механизм лечебного воздействия миллиметровых волн. Миллиметровые волны в биологии и медицине. ИРЭ РАН. 2009. Т. 3, № 55. С. 44-49.
12. А.Лилеев, А.Лященко. Dielectric properties of ammonium salt aqueous solutions. J. Molecular Liquids, 2009, V.150. N.1-3. p.4-8.
13. З.С.Клеменкова, Т.А.Новскова А.К.Лященко. ИК спектры поглощения водных растворов диметилсульфоксида в области 50-300 см⁻¹ и подвижность молекул воды . Журн. физич. химии. 2008 Т.82. №4. С.668-673.

14. Е.П. Ефремова, Т.М. Охрименко, А.К. Лященко Роль гидратации и комплексообразования в механизме влияния примесей на рост кристаллов. Кристаллография 2012, Т.57, №3. С.520-525.
15. Т.М.Охрименко, Е.П.Ефремова, А.К.Лященко. Особенности влияния малых добавок примесей на рост кристаллов из смешанных водно-неэлектролитных растворов. 1V Международный симпозиум «Механизмы действия сверхмалых доз». Тезисы докладов М.: РУАН, 2008. С. 82-83.
16. А.К.Лященко, З.С.Клеменкова, Т.А.Новскова. О механизме взаимодействия электромагнитного излучения с водными растворами хлорида натрия во всей области ориентационной поляризации. 15 Российский симпозиум с международным участием «Миллиметровые волны в медицине и биологии» Сб. трудов. 2009. Москва. ЗАО «МТА-КВЧ» С. 226-228.