



Кавитация повышает отношение орто/пара-Н₂О изомеров в воде и снижает её вязкость

С.М. Першин

Институт общей физики им. А.М. Прохорова, РАН,
119991, Москва, Вавилова, д. 38 pershin@kapella.gpi.ru

Известно [1], что коллапс кавитационных пузырьков в воде и водных растворах сопровождается высокоэнергетическими процессами: диссоциацией и ионизацией молекул (Н₂, N₂, Н₂О), а также свечением в широком диапазоне спектра (до 200 нм). Экстремальные условия при этом коллапсе: высокая температуры (десятки тысяч градусов) и давление (сотни атмосфер обеспечивают синтез новых молекул - оксиды азота (ННО₂₍₃₎), пероксид водорода (Н₂О₂) и др. в нанометровом реакторе. Оставалось неясным влияние этих процессов на орто/пара (О/П) отношение спиновых изомеров Н₂О, что является предметом сообщения.

Кавитационную обработку [2] дистиллированной воды (~0.5 ppm примесей) проводили столкновением встречных струй. После нагрева воды до 60⁰С из-за кавитации при многократных циклах столкновений воду охлаждали до 4⁰С и хранили в емкости без воздушного пузыря. О/П отношение спиновых изомеров Н₂О изучали методом низкочастотной поляризационной спектроскопии вращательных переходов спиновых изомеров при четырёх волновом смещении (CARS technique) [3] двух встречных пучков лазера в кювете с водой. Прямой эксперимент по изменению концентрации орто-Н₂О относительно дистиллированной воды проводили на томографе (МРТ технология), который выделяет сигнал изомеров орто-Н₂О [4] по релаксации магнитного момента обоих протонов.

Лазерная спектроскопия показала [3], что в воде комнатной температуры О /П=1:1. Это значение существенно меньше равновесного (3:1), к которому вода, как неравновесная жидкость стремится при любом воздействии с энергией выше спиновой конверсии. Так повышение температуры до 60⁰С увеличивает О/П до 2:1 [3]. Заметим, что при 60⁰С разрушаются льдо-подобные структуры оболочек гидратации молекул многоатомных спиртов [5], а также снижается вязкость воды [6] (Рис.1 а).

Впервые нами [3] было установлено, что кавитационная обработка воды [2] увеличивает число орто-Н₂О изомеров на 12 -15 %, что подтвердилось в экспериментах на томографе [4]. Существенно, что достигнутое повышение О/П отношения снижает вязкость воды так, что в этой воде растворяются почечные камни оксалата кальция [7], а также растут кристаллы (лизоцима) другой морфологии [8] (Рис.1 б, в). Отсюда было сделано предположение, что О/П отношение является ключевым фактором снижения вязкости воды. Наиболее значимое снижение вязкости водной суспензии молекул гемоглобина при повышении его концентрации было измерено ранее (G. Artmann, 1998) в окрестности температуры 37⁰С [9] (Рис.1г). Механизм наблюдаемых явлений обсуждается.

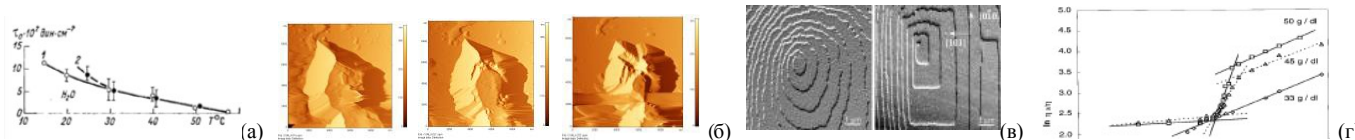


Рис.1. Снижение вязкости воды (а) и суспензии гемоглобина (г), разрушение оксалата кальция (б), кристаллы лизоцима (в).

- [1] М.А. Маргулис, Сонлюминесценция, УФН, т. 170(3), с. 263-287 (2000) DOI: 10.3367/UFNr.0170.200003с.0263
- [2] B. Holloway, M. Holloway, US patent 6,521,248,
- [3] S.M. Pershin, A.F. Bunkin, Temperature Evolution of the Relative Concentration of the H₂O ortho/para-Spin Isomers in Water Studied by Four-Photon Laser Spectroscopy, *Laser Phys.* 19(7), 1410-1414, (2009)
- [4] S. M. Pershin, A. F. Bunkin, N. V. Anisimov, and Yu. A. Pirogov, Water Enrichment by ¹⁶O ortho-Isomer: Four-Photon and NMR Spectroscopy, *Laser Physics*, 19(3), pp. 410–413 (2009)
- [5] J. G. Davis, K. P. Gierszal, PingWang & Dor Ben-Amotz, Water structural transformation at molecular hydrophobic interfaces, *Nature*, vol. 491, | 582-585 (2021); doi:10.1038/nature11570
- [6] Н.Ф. Бондаренко, Физика движения подземных вод, стр.61, Гидрометеоздат, Ленинград,с.216 (1973)
- [7] N.V. Gvozdev, E.V. Petrova, T.G. Chernevich, O.A. Shustin, L.N. Rashkovich, Atomic-force microscopy of growth and dissolution of calcium oxalate monohydrate (COM) Crystals, *Journal of Crystal Growth*, 261, 539–548 (2004).
- [8] A.F. Bunkin, S.M. Pershin and L.N. Rashkovich, Influence of Water H-bond Structure on Crystallization Protein Lysozyme from Aqueous Solution, *Optics and Spectroscopy*, 96(4), 568-571 (2004).
- [9] G.M. Artmann, C. Kelemen, D. Porst, G. Buldt, and S. Chien, Temperature Transitions of Protein Properties in Human Red Blood Cells *Biophys. J.*, 75, 3179 (1998).