

ДИСКУССИЯ

УДК: 612.744.16

10.17223/24135542/7/8

Г.Н. Сидоренко¹, Б.И. Лаптев¹, Н.П. Горленко²,
Ю.С. Саркисов², Л.В. Антошкин³

¹*Nove Tehnologije d.o.o. (Ljubljana, Slovenia)*

²*Томский государственный архитектурно-строительный университет
(г. Томск, Россия),*

³*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН (г. Томск, Россия)*

Оценка изменений структурно-энергетического состояния воды при охлаждении, нагревании и действии магнитного поля с использованием термометрии и электрофизических методов исследования

Изучение закономерностей и принципов взаимодействия молекул воды в водных системах, выявление их структурно-энергетического состояния в условиях различных внешних воздействий позволит целенаправленно регулировать развитие химических и биохимических реакций. Методами термометрии и измерения электрической емкости показано, что в процессе охлаждения дистиллированной воды в различных условиях от 46 до 29°C и нагревания от 29 до 46°C на кривых относительного изменения температуры дистиллированной воды обнаружены локальные повышения (максимумы) при температурах 32, 39 и 42°C. При этом уменьшение электрической емкости воды более выражено при снижении температуры от 41 до 36°C. Полученные результаты отражают зависимость от температуры структурно-энергетические изменения в воде. Показано, что внешнее постоянное магнитное поле модулирует процесс структурообразования в воде при ее остывании. Предполагается, что процессы изменения скорости теплообмена воды обусловлены ее структурной организацией, могут являться нелинейным элементом терморегуляции организма и одним из механизмов, повышающим адаптационные возможности многочисленных видов теплокровных животных при различных изменениях окружающей среды.

Ключевые слова: структура воды; охлаждение; относительное изменение температуры; кластеры воды; электрическая емкость; магнитное поле.

Введение

В последние годы значительно повышен интерес к изучению структурных изменений воды и водных систем при различных внешних воздействиях. Поскольку молекулы воды находятся в непрерывном тепловом движении, то зафиксировать конкретное положение отдельных молекул

(диполей) воды относительно друг друга можно лишь в интервале времени менее 10^{-13} с. При использовании существующих в настоящее время методов это пока невозможно.

Современный взгляд на структуру воды заключается в том, что в ней существует сложная структурная организация, а именно трехмерная сетка, образованная молекулами, соединенными водородными связями [1, 2]. Так, показано, что отдельные молекулы воды объединяются в ассоциаты (кластеры), распределенные в «континуальной» жидкой фазе. В связи с этим понятие структурной организации воды и водных систем включает изучение закономерностей и принципов взаимодействия молекул воды друг с другом [3].

Для оценки структурно-энергетического состояния воды и водных растворов предложен ряд методов. Так, с использованием интерференции лазерного излучения было показано, что в воде и водных растворах происходят непрерывное образование и разрушение ассоциатов молекул воды (кластеров и гигантских гетерофазных кластеров воды). Время жизни таких ассоциатов от 10^{-11} до 1 с и более, их размеры имеют широкий диапазон (10^{-9} до 10^{-4} м) и зависят от концентрации, состава растворов, температуры жидкостей, присутствия дейтерия и других факторов [4–8]. Однако с использованием этого метода невозможно определить другие физико-химические свойства жидкостей, например подвижность диполей воды, которая имеет существенное значение при формировании структурно-энергетического состояния воды, водных растворов и, соответственно, их свойств.

Предложенный в последние годы метод диэлектроскопии позволяет оценивать характер связи между диполями воды и по этому параметру оценивать структуру веществ [9]. Одним из недостатков этого способа является использование комплекта различных соленоидных катушек и различных плотностей тока. С учетом высокой чувствительности воды к внешним, в том числе к низкоэнергетическим (информационным) воздействиям [10, 11] такая методика затрудняет исследования воды и водных растворов на различных частотах в течение одного опыта.

Определенный интерес представляет исследование динамики изменения температуры дистиллированной воды при ее нагревании или охлаждении [12]. Так, было показано, что на термограмме охлаждения высокоомной бидистиллированной воды при температурах 75,4; 62,3 и 45,4°С имеются четко выраженные пики, свидетельствующие о структурных перестройках в воде [13].

В последние годы предложены также электрофизические методы исследования, основанные на определении электрической емкости жидкостей и добротности колебательного контура при нахождении исследуемых образцов жидкостей в измерительных ячейках особых конструкций [14]. С использованием этого подхода показано, что при изменении температуры в воде и ее растворах, влиянии магнитного поля и других факторов происходят выраженные изменения электрической емкости и добротности колебательного контура,

свидетельствующие о значительных изменениях подвижности диполей воды и, соответственно, структурно-энергетического состояния жидкостей.

Кроме того, в другом исследовании [15] было показано, что в процессе охлаждения в различных условиях от 46 до 29°C на кривых относительно времени снижения температуры дистиллированной воды и 0,15М раствора CaCl_2 присутствуют участки локального повышения (максимумы) и локального понижения (минимумы). При этом структурообразование при охлаждении 0,15М раствора CaCl_2 имеет ряд особенностей, обусловленных структурообразующим действием иона кальция [16].

Цель работы – с использованием термометрии и электрофизических методов исследования оценить изменения структурно-энергетического состояния воды при ее нагревании, охлаждении, а также при воздействии постоянного магнитного поля.

Экспериментальная часть

В опытах использовали дистиллированную воду с удельной электрической проводимостью 2,5 мкСм/см.

Для оценки динамики снижения температуры при охлаждении воды от 46 до 29°C её помещали в стеклянную пробирку диаметром 20 мм и длиной 200 мм или в стеклянный сосуд емкостью 100 и 200 мл. Вода в пробирке и сосуде емкостью 200 мл охлаждалась при комнатной температуре. При этом для уменьшения влияния тепловой конвекции жидкости на динамику снижения температуры пробирку наклоняли под углом 45 градусов. Для ускорения остывания воды в сосуде емкостью 200 мл его помещали в поток воздуха от вентилятора.

Жидкость в сосуде емкостью 100 мл охлаждали путем его погружения в водопроводную воду при температуре $(3 \pm 1)^\circ\text{C}$ или нагревали от комнатной температуры до 46°C путем погружения сосуда в водопроводную воду с температурой $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$. Кроме того, при охлаждении дистиллированной воды на нее воздействовали либо «северным», либо «южным» магнитным полюсом постоянного магнита с индукцией в объеме воды не более 0,2Т.

Схема измерения температуры представлена на рис. 1.

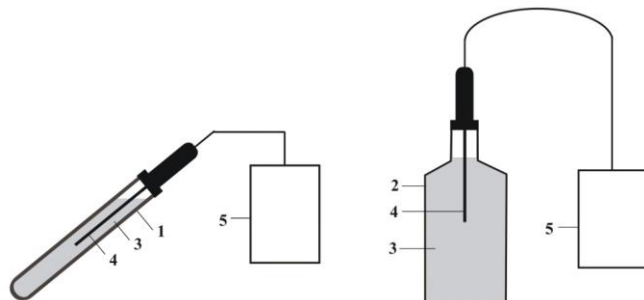


Рис. 1. Схема измерения температуры при остывании жидкостей: 1 – пробирка; 2 – стеклянный сосуд; 3 – исследуемая жидкость; 4 – погружной датчик температуры; 5 – цифровой термометр GTN 175/Pt

Температуру жидкостей измеряли с использованием цифрового термометра GTN 175/Pt с разрешением $0,1^{\circ}\text{C}$. Время снижения температуры на 1°C составляло не менее 40 с.

Динамику снижения или повышения температуры оценивали с использованием двух способов. При использовании первого способа определяли время снижения или повышения температуры жидкости (сек) на 1°C . При использовании второго способа рассчитывали относительное время снижения или повышения температуры (в %) по следующей формуле:

$$T_i = \frac{\Delta t_i - \Delta t_{i-1}}{t_i} \times 100,$$

где T_i – относительное изменение температуры при i градусе, %; Δt_i – время изменения температуры на 1 градус при температуре t_i градусов; Δt_{i-1} – время изменения температуры на 1 градус при температуре $(t_i - 1)$ градусов.

При оценке изменений структуры воды с одновременным использованием термометрии и электрофизических методов исследования изучаемую жидкость помещали в измерительную ячейку, включающую стеклянный сосуд емкостью 200 мл, а также обкладки конденсатора из немагнитного материала без непосредственного контакта с исследуемой жидкостью (рис. 2).

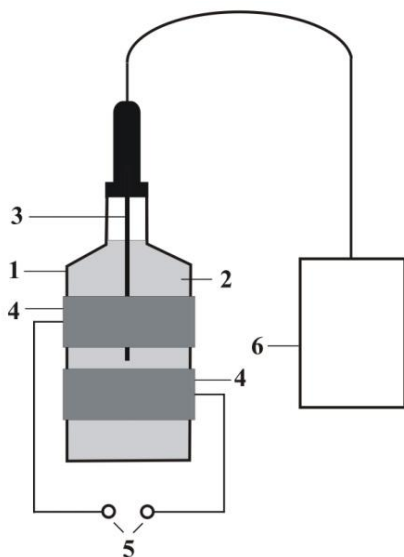


Рис. 2. Схема измерительной ячейки для оценки изменений электрической емкости воды: 1 – стеклянная емкость для жидкости; 2 – исследуемая жидкость; 3 – погружной датчик температуры; 4 – обкладки конденсатора из немагнитного материала без непосредственного контакта с исследуемой жидкостью; 5 – клеммы для подключения сигнала от генератора синусоидальных колебаний; 6 – цифровой термометр GTN 175/Pt

Напряжение к измерительной ячейке подается от генератора синусоидальных колебаний AFG 2025, сигнал с ячейки усиливается инструментальным усилителем на основе микросхемы AD8067 и измеряется на осциллографе PDS5022S. Детали методики описаны ранее в работе [14].

Установка позволяет, в частности, измерять электрическую емкость жидкостей (по изменению величины реактивного тока через них и после вычитания из общей емкости конденсатора емкости измерительной ячейки без жидкости). Частота тока, подводимого к обкладкам конденсатора, составляет 10 кГц, а плотность тока на обкладках конденсатора не превышает 20 нА/см².

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программы StatPlus 2007 Professional 4.0.2.

Результаты и их обсуждение

На рис. 3 приведены экспериментальные данные динамики снижения температуры воды при различных способах охлаждения.

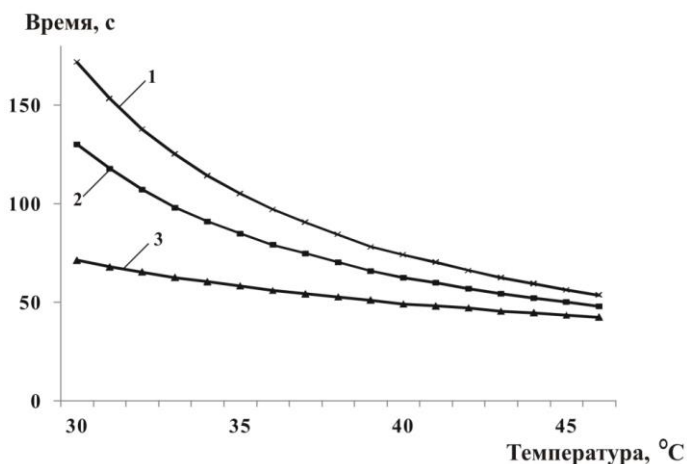


Рис. 3. Динамика времени снижения температуры на 1°C при охлаждении дистиллированной воды: 1 – вода находится в пробирке и остывает на воздухе при комнатной температуре; 2 – вода находится в сосуде емкостью 200 мл и остывает при комнатной температуре в потоке воздуха от вентилятора; 3 – вода остывает в сосуде емкостью 100 мл и, который погружен в водопроводную воду с температурой $3 \pm 1^\circ\text{C}$

При оценке динамики снижения температуры с использованием первого способа (времени снижения температуры жидкости на 1°C) оказалось, что кривые снижения температуры дистиллированной воды, находящейся в пробирке (и остывающей на воздухе при комнатной температуре), в сосуде емкостью 200 мл (остывающем при комнатной температуре в потоке воздуха от вентилятора), а также в сосуде емкостью 100 мл (остывающем в

водопроводной воде с температурой 3 ± 1 °C) изменяются монотонно. При этом при каждом способе охлаждения воды наблюдается замедление остывания на 1°C ($P < 0,001$ во всех случаях), а длительность снижения температуры на 1°C возрастает при 30°C по сравнению с 46°C на 220% (кривая 1), 170% (кривая 2) и 68% (кривая 3) соответственно.

При исследовании динамики изменения температуры жидкостей вторым способом оказалось, что все кривые относительного времени снижения температуры дистиллированной воды, в отличие от кривых времени снижения температуры, изменяются не монотонно (рис. 4). На этих кривых были обнаружены локальные повышения (максимумы) при температурах 39 и 42°C и локальные снижения (минимумы) при температурах 37, 40 или 41°C, на кривой 3 наблюдались также локальные повышения при температурах 32 и 35°C, а локальное снижение – при температурах 33 и 43°C. ($P < 0,05$ во всех случаях).

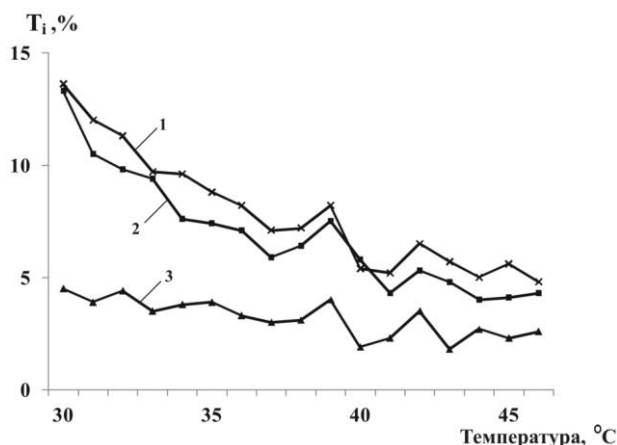


Рис. 4. Динамика относительных изменений температуры T_i (%) при охлаждении дистиллированной воды от 46 до 29°C:

- 1 – дистиллированная вода находится в пробирке (остывание происходит на воздухе);
- 2 – дистиллированная вода в сосуде (остывание происходит в потоке воздуха от вентилятора);
- 3 – дистиллированная вода в сосуде емкостью 100 мл (остывание происходит в водопроводной воде с температурой 3 ± 1 °C)

Интересно отметить, что изменения значений на всех трех указанных выше кривых (рис. 4) при снижении температуры достоверно коррелируют между собой. Так, коэффициент линейной корреляции между кривыми 1 и 2 составил 0,976, а между кривыми 1 и 3 – 0,865 ($P < 0,001$ в обоих случаях). Следует отметить, что при снижении температуры от 44 до 40°C корреляция между кривыми 2 и 3 не является достоверной. Достоверная корреляция появлялась при снижении температуры от 39 до 35°C ($r = 0,907$; $P < 0,05$) и снова не была достоверна при снижении температуры от 34 до 30°C.

С учетом вышеизложенного целесообразно было оценить связь между изменением температуры дистиллированной воды и ее электрической емкости, которая отражает количество диполей воды, поворачивающихся в переменном электрическом поле, и зависит от степени структурированности воды и водных растворов.

В проведенных ранее исследованиях [17] было показано, что при остывании дистиллированной воды ее электрическая емкость на частоте 10 кГц выражено снижается. В настоящем исследовании при остывании дистиллированной воды также происходило снижение ее электрической емкости, но при этом это уменьшение было более выражено при более низких температурах. Так, при снижении температуры от 46 до 41°C уменьшение электрической емкости составило лишь 3,6%, тогда как при снижении температуры от 41 до 36°C этот параметр уменьшался на 16% ($P < 0,001$), а при понижении температуры от 36 до 31°C электрическая емкость уменьшалась на 10% ($P < 0,001$). С учетом результатов проведенных нами ранее исследований [14, 17] и данных других исследователей [4 и др.] логично предположить, что большая выраженность снижения электрической емкости дистиллированной воды при температурах ниже 41°C может быть обусловлена более интенсивным образованием кластеров и уменьшением вследствие этого подвижности диполей воды.

Далее проводили сравнительную оценку изменения температуры воды при ее нагревании или охлаждении (рис. 5).

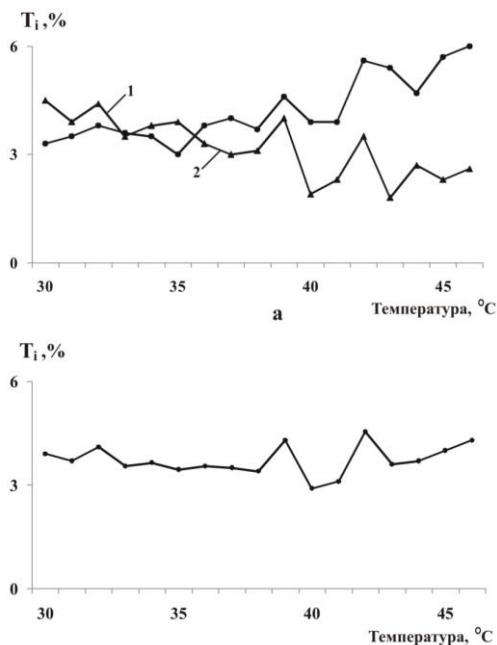


Рис. 5. Динамика относительных изменений температуры T_i (%): а – при охлаждении от 46 до 29°C (1) и нагревании от 29 до 46°C (2) дистиллированной воды; б – кривая средних арифметических значений кривых охлаждения и нагревания

Как уже отмечалось выше, на кривой относительного времени снижения температуры имеются локальные повышения (максимумы) при температурах 32, 35, 39 и 42°C, а также локальные снижения (минимумы) при температурах 33, 37, 40 и 43°C.

Кривая относительного времени повышения температуры дистиллированной воды также изменялась не монотонно. На ней отмечаются локальные повышения (максимумы) при температурах 32, 37, 39 и 42°C, а также локальные снижения (минимумы) при температурах 35, 38, 40, 41 и 44°C.

Интересно отметить, что изменения значений на кривых рис. 5 относительного времени снижения и повышения температуры достоверно коррелируют между собой. Коэффициент линейной корреляции между этими кривыми составил 0,524 ($P < 0,01$). Однако в диапазоне температур от 30 до 34°C, от 35 до 39°C и от 40 до 44°C корреляция между значениями этих кривых не была достоверна.

На кривой же средних арифметических значений кривых относительного времени изменения температуры при охлаждении и нагревании также отмечаются локальные повышения (максимумы) при температурах 32, 39 и 42°C, а также локальные снижения (минимумы) при температурах 40 и 44°C. При этом в диапазоне температур от 33 до 38°C значения этой кривой практически не изменялись.

Далее проводили сравнительную оценку относительного времени снижения температуры при охлаждении дистиллированной воды и воздействии на воду либо «северного» (рис. 6, а), либо «южного» магнитного полюса (рис. 6, б).

На кривой относительного времени снижения температуры воды под действием «северного» полюса магнита локальные максимумы наблюдаются при температурах 33, 39, 42 и 45°C, т.е. по сравнению с кривой относительного времени снижения температуры дистиллированной воды без воздействий локальные максимумы (33 и 45°C) появляются при более высокой температуре. Это может свидетельствовать о том, что магнитное поле «северного» полюса способствует структурообразованию в остывающей воде.

На кривой относительного времени снижения температуры воды под действием «южного» полюса магнита, по сравнению с кривой относительного времени снижения температуры дистиллированной воды без воздействий, локальный максимум при температуре 32 или 33°C, а также локальный минимум при температуре 43°C отсутствовали. Это может свидетельствовать о том, что магнитное поле «южного» полюса снижает структурообразование в остывающей воде.

Наличие локальных максимумов на кривых относительного времени снижения или повышения температуры дистиллированной воды свидетельствует о замедлении в этих точках изменения температуры, что может быть связано со структурными перестройками в воде, сопровождающимися выделением или поглощением тепла соответственно.

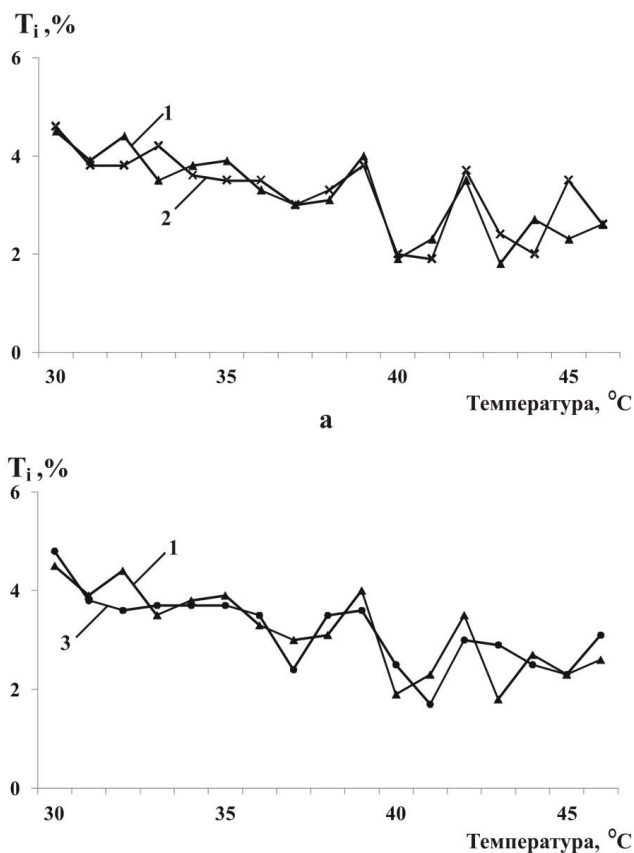


Рис. 6. Зависимость относительных изменений температуры T_i при охлаждении от 46 до 29°C дистиллированной воды при воздействии «северного» (а) и «южного» магнитного полюса (б): 1 – дистиллированная вода без воздействия магнитного поля; 2 – дистиллированная вода при воздействии «северного» магнитного полюса; 3 – дистиллированная вода при воздействии «южного» магнитного полюса

В работе [4] показано, что при повышении температуры дистиллированной воды и растворов солей до 40°C в них происходит разрушение кластеров с размерами от 2 до 40 мкм, т.е. для этого необходима энергия. С учетом этого можно предположить, что наличие в данном исследовании локальных максимумов на кривых относительного времени снижения (или повышения) температуры является проявлением процесса образования (или разрушения) кластеров с выделением (поглощением) тепловой энергии, что и сопровождается замедлением изменения температуры.

Изменения же под действием магнитного поля формы кривых относительного времени снижения температуры дистиллированной воды (по сравнению с дистиллированной водой), очевидно, обусловлено известным структурообразующим действием магнитного поля [18].

Таким образом, с учетом вышеизложенного, а также полученных нами ранее данных [10, 14, 18], можно предположить, что наблюдаемые на кривых относительного времени изменения температуры локальные максимумы и соответственно локальные минимумы являются отражением зависимых от температуры процессов структурообразования в воде и водных растворах.

В проведенном исследовании наличие локальных максимумов на кривых относительного времени снижения и повышения температуры воды при 39 и 42°C отражает замедление процессов охлаждения и нагревания воды при этих температурах и может свидетельствовать о том, что при нагреве воды более 39°C, а затем и 42°C требуется большая энергия. Наличие локальных максимумов на этих кривых при температурах 32 и 35°C может свидетельствовать о том, что при охлаждении воды менее 35, а затем и 32°C выделяется дополнительная энергия.

Поскольку, как известно, человеческое тело на две трети состоит из воды, полученные результаты в опытах с водой и ее раствором, вероятно, частично можно экстраполировать и на живой организм.

Если изложенные выше данные верны и для организма, то нельзя исключить, что отмеченные выше процессы изменения скорости теплообмена воды, обусловленные ее структурно-энергетическими изменениями, могут являться нелинейным элементом терморегуляции организма и одним из механизмов, повышающих жизнеспособность (адаптационные возможности) многочисленных видов теплокровных животных при различных изменениях окружающей среды (тепловые воздействия, электромагнитные поля и т.д.). При этом эффект всех воздействий, приводящих к существенным изменениям энергетических процессов в организме, будет ограничен по величине изменений температуры тела в области 35–39°C указанным выше механизмом структурно-энергетических изменений в воде.

По мнению других авторов, температура тела в области 37°C также обусловлена особенностями физических свойств воды (ее минимальной при этой температуре теплоемкостью), является условием постоянства процессов теплокровного организма [19] и позволяет ему тратить минимальное количество энергии на поддержание гомеостаза.

В процессе эволюции организмы, имеющие температуру тела 35–41°C, очевидно, оказались наиболее приспособленными к различным изменениям окружающей среды. Это могло быть обусловлено тем, что структурированность водных систем и, соответственно, стабильность структур организма при указанных температурах достаточно велики, но при этом сохраняется такой потенциальный уровень лабильности процессов, который необходим для развития адаптационных реакций при различных изменениях окружающей и внутренней среды организма.

С учетом вышеизложенного о зависимости структуры воды от температуры следует отметить, что направленность и скорость протекания химических и биохимических реакций в водных растворах при температуре 35–

41°C в большей степени, чем при других температурах, соответствуют направленности и скорости протекания реакций в организме теплокровных животных, включая человека, что следует учитывать при проведении различных исследований в биологии и медицине.

Выводы

1. В процессе охлаждения в различных условиях от 46 до 29°C и нагревания от 29 до 46°C на кривых относительного времени снижения или повышения температуры дистиллированной воды обнаружены локальные повышения (максимумы) при температурах 32, 39 и 42°C. При этом уменьшение электрической емкости воды более выражено при снижении температуры от 41 до 36°C.

2. Наличие локальных максимумов на кривых относительного времени изменения температуры отражает изменения структурно-энергетического состояния воды, обусловленные изменением ее теплоемкости.

3. Полученные результаты, с учетом литературных данных, очевидно, свидетельствуют о том, что при температуре ниже 41°C структурированность дистиллированной воды существенное возрастает. При этом магнитное поле модулирует процесс структурообразования в воде при ее остывании.

Литература

1. Бушуев Ю.Г. Свойства сетки водородных связей воды // Известия АН. Сер. химич. 1997. № 5. С. 928–931.
2. Маленков Г.Г. Структура и динамика жидкой воды // Журнал структурной химии. 2006. Т. 47. Приложение. С. 5–35.
3. Наберухин Ю.И. Структурные модели жидкостей. Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. ун-та. 1981. 84 с.
4. Гончарук В.В., Орехова Е.А., Маляренко В.В. Влияние температуры на кластеры воды // Химия и технология воды. 2008. Т. 30, № 2. С. 150–158.
5. Гончарук В.В., Смирнов В.Н., Сыроешкин А.В. и др. Кластеры и гигантские гетерофазные кластеры воды // Химия и технология воды. 2007. Т. 29, № 1. С. 3–17.
6. Коваленко В.Ф., Бордюк А.Ю., Шутов С.В. Определение формы кластеров воды // Оптика атмосферы и океана. 2011. Т. 24, № 7. С. 601–605.
7. Смирнов А.Н., Сыроешкин А.В. Супранадмолекулярные комплексы воды // Рос. хим. журн. 2004. Т. 48, № 2. С. 125–135.
8. Тытик Д.Л. Молекулярные процессы в водном кластере // Журнал структурной химии. 2007. Т. 48, № 5. С. 921–925.
9. Семихина Л.П. Способ определения диэлектрических параметров воды и ее растворов в низкочастотной области с помощью I-ячейки // Патент РФ № 2234102.
10. Лаптев Б.И., Горленко Н.П., Дунаевский Г.Е., Сидоренко Г.Н. Реализация информационных воздействий в неживых и живых системах. Томск, 1999. 114 с.
11. Левицкий Е.Ф., Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н. Электромагнитные поля в курортологии и физиотерапии. Томск, 2000. 127 с.
12. Батуров Л.Н., Говор И.Н., Обухов А.С. и др. Обнаружение в воде неравновесных фазовых переходов // Письма в ЖЭТФ. 2011. Т. 93, вып. 2. С. 92–94.

13. Кузнецов Д.М. Смирнов А.Н., Сыроешкин А.В. Акустическая эмиссия при фазовых превращениях в водной среде // Рос. хим. журн. 2008. Т. LI, № 1. С. 114–121.
14. Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Антошкин Л.В., Кульченко А.К. Современные электрофизические методы исследований структуры воды и водных растворов // Вода и экология. Проблемы и решения. 2014. № 3. С. 21–32.
15. Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Антошкин Л.В. Оценка структуры воды с использованием термометрии и электрофизических методов исследования // Вестник новых медицинских технологий. 2016. № 1. С. 151–157.
16. Самойлов О.Я. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. М. : АН СССР, 1957. 182 с.
17. Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С. Влияние нагревания и концентрации растворов на процессы структурообразования в воде и водных растворах // Вода и экология. Проблемы и решения. 2012. № 4. С. 43–50.
18. Лаптев Б.И., Сидоренко Г.Н., Горленко Н.П., Саркисов Ю.С., Антошкин Л.В., Кульченко А.К. Электрические свойства воды при внешних воздействиях // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. 2014. № 9. С. 20–27.
19. Белянин В., Романова Е. Жизнь, молекула воды и золотая пропорция // Наука и жизнь. 2003. № 6. С. 82–88.

Авторский коллектив:

Сидоренко Галина Николаевна, канд. биол. наук, директор научно-исследовательской фирмы Nove tehnologije d.o.o. (Ljubljana, Slovenija). E-mail: bornovo@gmail.com

Лаптев Борис Иннокентьевич, д-р биол. наук, проф., руководитель по развитию научно-исследовательской фирмы Nove tehnologije d.o.o. (Ljubljana, Slovenija). E-mail: bornovo@gmail.com

Горленко Николай Петрович, д-р техн. наук, проф. кафедры химии Томского архитектурно-строительного университета (г. Томск, Россия). E-mail: gorlen52@mail.ru

Саркисов Юрий Сергеевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой химии Томского архитектурно-строительного университета (г. Томск, Россия). E-mail: yu-s-sarkisov@yandex.ru

Антошкин Леонид Владимирович, с.н.с. Института оптики атмосферы имени В.Е. Зуева СО РАН (г. Томск, Россия). E-mail: lant@iao.ru

Tomsk State University Journal of Chemistry, 2017, 7, 80-93. DOI: 10.17223/24135542/7/8

G. N. Sidorenko¹, B. I. Laptev¹, N. P. Gorlenko², Y.S. Sarkisov², L.V. Antoshkin³

¹*Nove Tehnologije d.o.o. (Ljubljana, Slovenija)*

²*Tomsk State University of Architecture and Building (Tomsk, Russia)*

³*V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Academy of Sciences, Siberian Branch*

Evaluation of changes in the structural-energy state of water at cooling and heating and the influence of a magnetic field, using a thermometer and electrophysical methods

The modern idea of the structure of water is that in water, there is complex structural organization, namely, a three-dimensional net formed by molecules connected by hydrogen bonds. Individual water molecules are combined into associations (clusters) located in a continuous liquid phase. The concept of the structural organization of water and water systems includes the patterns and principles of the interaction of water molecules with each other.

Of special interest is the study of the dynamics of the temperature change of distilled water as it is heated or cooled. When the temperature of distilled water and salt solutions is increased to 40°C, there is destruction of 2–40 μm clusters, and on

the thermogram of the cooling of the distilled water at temperatures of 75.4, 62.3, and 45.4°C, there are distinct peaks that indicate structural rearrangements in the water.

In recent years, methods have been developed of measuring the electrical capacitance of water and its solutions, as well as the Q -factor of the oscillating circuit in the presence of the investigated liquid samples into the measuring cells with special constructions. Using them, it has been shown that in the temperature change of water and its solutions, the influence of the magnetic field, and other factors, there is a pronounced change in the electrical capacitance and Q -factor of the oscillating circuit, showing significant changes in the mobility of the dipoles of water and, respectively, the changes in the structural-energy state of liquids.

The purpose of the work is to use thermometry and electrophysical methods to evaluate the changes in the structural-energy state of water at its heating, cooling, and also its exposure to permanent magnetic fields.

In the process of cooling in different conditions from 46 to 29°C and heating from 29 to 46°C, on the curves of relative decrease or increase of the temperature of the distilled water are detected local increases (peaks) at the temperatures of 32, 39, and 42°C, which are the result of changes in the structural-energy state of water.

During the cooling of distilled water, the most pronounced changes in its electrical capacitance at a frequency of 10 kHz occur when the temperature is lowered from 41 to 36°C, which is probably due to more intensive formation of clusters and consequent reduction of the mobility of the dipoles of water. It is evident that a constant magnetic field modulates the dynamics of the process of lowering the temperature of water and, accordingly, the process of structure formation in distilled water when it cools.

The processes of change observed in the rate of heat exchange of the water are assumed to occur due to its structural and energy changes and may be nonlinear element of thermoregulation of the organism, as well as one of the mechanisms that increase resilience (adaptation opportunities) in numerous species of warm-blooded animals in various environmental situations (thermal impact, information impact, etc.).

Keywords: water structure; cooling; relative change of temperature; water clusters; capacitance; magnetic field

References

1. Bushuev Yu. G. Properties of the hydrogen bonds of water. *News of the Academy of Sciences. Ser. chemistry*. 1997;5:928-931.
2. Malenkov G. Structure and dynamics of liquid water. *Journal Structural Chemistry*. 2006;47:5-35.
3. Naberukhin, Y. I. Structural models of liquids. Novosibirsk: Publishing house of Novosibirsk State University. 1981. 84 p.
4. Goncharuk V., Smirnov V., Malyarenko V. Influence of temperature on water clusters. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2008;30(2):150-158.
5. Goncharuk V., Smirnov V., Syroyeshkin A., Malyarenko V. Clusters and gigantic heterophase water clusters. *Journal of Water Chemistry and Technology*. 2007;29(1):3-17.
6. Kovalenko V. F., Bordyuk A. Yu., Shutov S. V. Determination of the shape of water clusters. *Optics of atmosphere and ocean*. 2011;24(7):601-605.
7. Smirnov A., Syroeshkin A. Supramolecular complexes of water. *Russian Chem. Journal*. 2004;48(2):125-135.
8. Tytik D. L. Molecular processes in the water cluster. *Journal of Structural Chemistry*. 2007;48(5):921-925.

9. Semihina L.P. The method of determining dielectric parameters of water and its solutions in the low frequency region by using l-cells. Patent RU № 2234102.
10. Laptev B. I., Gorlenko N. P. Dunaevsky G. E., Sidorenko G. N. Realization of information effects in lifeless and living systems. Tomsk. 1999. 114 p.
11. Levitsky E. F., Laptev B. I., Sidorenko G. N. Electromagnetic field of balneology and physiotherapy. Tomsk. 2000. 127 p.
12. Baturov L. N., Govor I. N., Obukhov A. S., et al. Detection in water nonequilibrium phase transitions. *JETP Letters*. 2011;93(2):92-94.
13. Kuznetsov D.M. Smirnov A.N., Syroeshkin A.V. Acoustic emission during phase transformations in an aqueous medium. *Rus. Chem. Journal*. 2008;48(1):114-121.
14. Laptev B.I., Sidorenko G.N., Gorlenko N.P., Sarkisov Yu.S., Antoshkin L.V., Kulchenko A.K. Modern electro-physical investigation methods of water structure and aqueous solutions. *Water and ecology. Problems and solutions*. 2014;3:21-32.
15. Laptev B.I., Sidorenko G.N., Antoshkin L.V. Assessment of the structure of water using a thermometer and electrophysical methods of research. *Bulletin of New Medical Technologies*. 2016;1:151-157.
16. Laptev B.I., Sidorenko G.N., Gorlenko N.P. Sarkisov Yu.S., Antoshkin L.V., Kulchenko A.K. Electrical properties of water in external effects. *Water Purification, Water Treatment, Water Supply*. 2014;9:20-27.
17. Laptev B.I., Sidorenko G.N., Gorlenko N.P. Sarkisov Yu.S. Effect of heating and solution concentration on the structure formation processes in water and aqueous solutions. *Water and ecology. Problems and solutions*. 2012;4:43-50.
18. Laptev B.I., Sidorenko G.N., Gorlenko N.P. Sarkisov Yu.S., Antoshkin L.V., Kulchenko A.K. Electrical properties of water in external effects. *Water Purification, Water Treatment, Water Supply*. 2014;9:20-27.
19. Belyanin V., Romanova E. Life, The water molecule and the golden proportion. *Science and Life*. 2003;6:82-88.

Information about authors:

Sidorenko Galina N., PhD of biology, Director of Nove tehnologije d.o.o. (Ljubljana, Slovenija). E-mail: bornovo@gmail.com

Laptev Boris I., DSc of biology, Professor, Head of Development Nove tehnologije d.o.o. (Ljubljana, Slovenija). E-mail: bornovo@gmail.com

Gorlenko Nikolaj P., DSc of Technical Science, Professor of Chemistry Department of Tomsk State University of Architecture and Building (Tomsk, Russia). E-mail: gorlen52@mail.ru

Sarkisov Yuriy S., DSc of technical Science, Professor, Head of the Department of Chemistry of Tomsk State University of Architecture and Building (Tomsk, Russia). yu-s-sarkisov@yandex.ru

Antoshkin Leonid V., senior researcher of V.E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of Academy of sciences, Siberian Branch (Tomsk, Russia).). E-mail: lant@iao.ru