

УДК 543.38 + 542.67 + 548.53

Особенности физико-химических свойств талой воды.

Н.Л.Лаврик

Институт химической кинетики и горения СО РАН,

ул.Институтская, 3, Новосибирск 630090 (Россия)

E-mail: lavrik@ns.kinetics.nsc.ru

Введение.

В своё время В.В.Воеводский придавал большое значение изучению физико-химических свойств воды, поскольку прекрасно понимал, что эта информация должна способствовать решению многочисленных фундаментальных проблем в физике, химии, биологии и медицине. В связи с этим не случайно в его лаборатории была организована спектроскопическая группа по изучению свойств воды, в составе которой, будучи студентом, работал автор этой статьи.

Уже тогда, в начале 60-х годов прошлого века был известен феномен талой воды. Под талой водой, если не оговорено особо, в дальнейшем мы будем иметь в виду воду, которая получается в результате плавления льда, приготовленного замораживанием приблизительно 50% исходной воды. Феноменом талой воды будем называть воду, применение которой оказывает более стимулирующее влияние, чем обычная вода, на рост растений, плодовитость животных (биология), на лечебные свойства (медицина) и т.д. [1-3]. Во всех сообщениях о талой воде неизменно обсуждается вопрос о времени, в течение которого она сохраняет свои не стандартные свойства, т.е. вопрос о её «памяти».

Параметр «время жизни талой воды» является одним из центральных в дискуссии между сторонниками и противниками существования феномена талой воды. В академической литературе обсуждению феномена «памяти талой воды» было посвящено всего несколько работ. Так в [4] авторы измеряли величину диэлектрической проницаемости ϵ свежерастаявшей воды и нашли, что со временем её величина приближается к исходной. Однако эксперимент был проведён таким образом, что допускал неоднозначную интерпретацию и поэтому рассматривать данные о различии величин ϵ талой воды и исходной в качестве аргумента о наличии у талой воды особых свойств с позиций современного знания затруднительно. Тем не менее, в то время авторы сделали заключение о времени жизни талой воды, которое составляло 750 секунд. В работе [5] авторы измеряли время жизни плёнок талой и исходной (контрольной) воды. Было установлено, что время жизни плёнки талой воды в несколько раз превышает время жизни контрольной. Этот эффект исчезал через 24 часа. Собственно этими сведениями о временах жизни талой воды и исчерпывается информация в физико-химической литературе 60-70-х годов.

В последнее время в связи со значительно ухудшившимся экологическим состоянием питьевой воды, возникла необходимость изучения возможностей получения нормальной чистой воды, пригодной для питья. Талая вода во все времена рекомендовалась к употреблению и поэтому её экологический аспект весьма актуален. Об этом свидетельствуют многочисленные дискуссии на сайтах Интернета. Активность обсуждения феномена талой воды чрезвычайно высока и, по-видимому, связана с тем, что биологические свойства этой воды непосредственно связаны с проблемами здоровья человека.

Однако, как не странно, но в современной литературе отсутствуют сообщения, посвящённые обстоятельному обсуждению феномена талой воды с позиций физико-химии. В результате сложилась парадоксальная ситуация: биологи уверены в существовании феномена (рост урожайности сельскохозяйственных культур, повышение плодовитости животных и т.д.), врачи советуют пить талую воду и делать различные ингаляции, а физ.химики (или хим.физики), принимая за феномен талой воды изменение её структуры, напротив, уверены в том, что этот феномен отсутствует, поскольку за

пикосекундные времена любые возникшие неравновесные структуры в воде исчезают [6]. Парадоксальность состояния с вопросом о свойствах талой воды усугубляется тем, что производственники уже проявляют значительный интерес к выпуску аппаратов по производству талой воды [7-11], руководствуясь при этом соображениями, которые возникли зачастую из сомнительных данных.

Целью настоящего сообщения является сравнение ряда надёжно измеренных физико-химических параметров талой (свежерастаявшей) и обычной воды. Это сравнение показало, что количественно физико-химические параметры талой воды действительно отличаются от обычной, причём различия могут иметь как постоянный, так и временной характер.

Конкретные параметры талой и исходной воды, которые будут рассматриваться, таковы:

1. Концентрация органических, неорганических примесей и частиц дисперсной фазы.
2. Концентрация тяжёлых изотопов.
3. Концентрация перекиси водорода.
4. Концентрация растворённых газов (кислород, углекислый газ).

Нетрудно видеть, что изменение первого параметра в результате процедуры замораживание-размораживание (получение талой воды), это по сути следствие процедуры очистки воды от различных примесей (поллютантов) с помощью метода направленной кристаллизации [12]. Отличие от общепринятого метода заключается лишь в направлении движения фронта кристаллизации. Если для направленной кристаллизации характерно движение фронта только в одном направлении (например, вдоль протяжённого цилиндра), то при замораживании воды в обычных ёмкостях движение фронта кристаллизации происходит одновременно в нескольких направлениях (сверху вниз, снизу вверх, от края к центру).

Второй параметр отражает различие степени сегрегации изотопов дейтерия в талой и исходной воде.

Третий параметр отражает увеличение концентрации перекиси водорода в воде после процедуры замораживания и последующего размораживания воды. Нужно заметить, что настоящая публикация является первой, в которой обращается внимание на возможную причастность увеличения концентрации перекиси водорода к стимулирующим биологическим свойствам талой воды.

Наконец изменения концентрации растворённых газов (по сути «концентрация воздуха») имеют временной характер: растаявшая (талая) вода насыщается газами из воздуха в течение определённого времени. В отсутствие перемешивания время установления равновесия определяется скоростью диффузии и в зависимости от объёма, соответственно, может исчисляться часами.

Уже из перечисленных физико-химических параметров, объединяющихся одним понятием «чистота воды», «состав воды» и т.д., следует, что феномен свежерастаявшей воды, если таковой действительно имеет место, можно пытаться объяснить, находясь только в рамках представлений о величине концентраций перечисленных веществ (перечень веществ заведомо далеко не полный). В свежерастаявшей воде величины концентраций этих веществ могут отличаться от таковых для обычной воды. Эти различия и могут являться причиной возникновения феномена свежерастаявшей воды.

Перечисленные свойства (параметры) характеризуют примеси, всегда присутствующие в природной и технической воде. Соответственно ясно, что при обсуждении феномена «талая вода» вначале необходимо рассмотрение возможности объяснения связи между концентрациями различных примесей и целебными свойствами воды и только в случае отсутствия такого объяснения следует привлекать представления об особой «льдоподобной» структуре талой воды, которая обладает памятью.

Сравнение физико-химических свойств талой и исходной вод.

1. Концентрация органических, неорганических примесей и частиц дисперсной фазы.

Органические примеси.

До последнего времени сообщения об эффективности очистки воды от растворимых органических примесей с помощью метода замораживания ограничивались работами [13,14]. В [13] хроматографическим методом изучалась эффективность метода замораживания для очистки воды от альдегидов и было показана зависимость степени очистки от вида альдегида. В [14] с помощью методов флуоресценции и УФ поглощения было экспериментально изучено применение метода замораживание-размораживание для очистки водопроводной воды от растворимых органических примесей при температуре – 17°C. В этих условиях степень очистки при однократном замораживании составляла 25-30%. В результате работы было сделано заключение о практической возможности применения метода замораживания как для очистки воды, так и для определения качества её очистки.

Для дальнейшего понимания механизма очистки воды нами были проведены дополнительные эксперименты с органическими примесями, имеющими разную гидрофобную способность. С этой целью были взяты водные растворы пирен производных веществ (концентрация ~ 10⁻⁶М, замораживаемый объём ~ 300 мл, T = - 17°C, метод регистрации – флуоресценция, λ = 390 nm). В результате было установлено, что эффективность применения метода замораживания для очистки воды от растворённых органических примесей зависит от их гидрофобных свойств (табл.1). В частности, было показано, что метод замораживания для очистки воды от растворимых органических примесей является весьма эффективным для молекул, обладающих низкой степенью гидрофобности и не является эффективным для молекул, обладающих высокой степенью гидрофобности (под степенью гидрофобности мы понимаем соотношение числа неполярных и полярных групп в молекуле).

Свойство определённых молекул – давать большие коэффициенты концентрирования при замораживании – известно давно и широко используется в практических целях для концентрирования гуминовых веществ (ГВ) [15]. Этот известный эмпирический подход теперь можно понять в рамках предложенного выше объяснения: молекулы гуминовых веществ содержат достаточное количество полярных групп, способных образовывать H-связь и, кроме того, содержат достаточное количество ионных фрагментов [16]. Благодаря этому молекулы ГВ обладают значительной степенью гидрофильности и поэтому неудивительно, что для них коэффициенты сепарации будут велики – молекулам ГВ при замораживании термодинамически выгоднее находиться в воде, нежели адсорбироваться на поверхностях микрокристаллов льда [17]. Именно с этим обстоятельством связаны описанные успешные попытки очистки воды методом замораживания в г.Петергоф [18]. В этом районе вода содержит большое количество гуминового вещества из торфа и поэтому должна и действительно хорошо очищается с помощью метода замораживания.

В свете представлений о решающей роли гидрофобных и гидрофильных взаимодействий при очистке воды вымораживанием становятся понятными и ранее не объяснённые данные по очистке бидистиллированной воды от альдегидов [13]. В этой работе измеренные величины сепарации для формальдегида составляла – 90, для ацетальдегида – 3 и для пропилового альдегида – 2 (т.е. с увеличением гидрофобной части альдегида степень очистки воды уменьшалась). Эти результаты в рамках наших представлений качественно становятся легко интерпретируемыми: с увеличением гидрофобной части альдегида степень адсорбции альдегидов ко льду увеличивается и эффективность процедуры замораживания для очистки воды уменьшается.

Таким образом, в рамках представлений о наличии в воде гидрофобных взаимодействий удаётся непротиворечиво объяснить имеющиеся данные по зависимости очистки воды с помощью метода замораживания от органических примесей, принадлежащих к разным классам органических соединений (гуминовые вещества,

ароматические углеводороды, альдегиды). Суть этих представлений заключается в том, что при замораживании более гидрофобные молекулы эффективнее адсорбируются на поверхности фронта кристаллизации воды, т.е. (прилипают) ко льду. Напротив, менее гидрофобные молекулы преимущественно остаются в воде.

Неорганические примеси

Одним из физико-химических параметров, которым талая вода может отличаться от обычной, может быть уменьшение концентрации растворённых не только органических, но и неорганических примесей, поскольку растворимость этих примесей во льду гораздо ниже, чем в воде. Однако в [19] методом электропроводности было показано, что в условиях, обычно рекомендуемых для получения талой воды (объём ~ 0.3-0.5 л, температура -17 °С), очистка воды от соли NaCl в результате одного цикла замораживания происходит всего на 15-20%. Аналогичные результаты были получены для соли CaCO₃ в работе [20]. В этой работе с помощью метода взвешивания было показано, что применение метода замораживание-размораживание для очистки воды от растворимых количеств CaCO₃ в условиях рекомендуемого приготовления талой воды (замораживание водного объёма ~ 0.5 л при температуре -17°С) не эффективно. Это связано с очень хорошей «вмораживаемостью» этой соли в лёд [21] и с достаточно большой скоростью замораживания. Действительно для получения «хороших» монокристаллов льда при направленной кристаллизации солевых водных растворов скорость движения фронта кристаллизации должна составлять менее 0.05 см/час [22,23], в то время как в условиях эксперимента [20] эта скорость была ~ 0.5 см/час.

Частицы дисперсной фазы (ДФ).

В работе [24] была исследована зависимость концентрации частиц дисперсной фазы в талой воде (замораживался весь объём). Эффект очистки воды от нерастворимых примесей заключается в следующем. В процессе замораживания воды нерастворимые частицы не встраиваются в структуру льда, поскольку различие в размерах частиц и молекулы воды составляет как минимум 4 порядка, а вытесняются в отдельные области. В этих областях (пока фаза ещё жидкая) происходит процесс коагуляции, укрупнения частиц ДФ [25]. Таким образом, процесс замораживание-размораживание переводит воду из состояния коллоида (исходная вода) в состояние суспензии. В результате замерзшая вода (лёд) представляет структуру, в которой существуют области с чистым льдом и области с коагулировавшими исходными частицами ДФ. Соответственно при размораживании коагулировавшие частицы (уже более крупные, чем в исходной воде и способные быстрее седиментировать) будут выпадать в виде заметного осадка. Таким образом, после отделения осадка талая вода будет иметь меньшую концентрацию частиц ДФ. В [25] замораживание проводилось при -17°С. Образцами воды служила водопроводная вода. Количество выпавшего осадка анализировалось весовым методом. Было установлено, что применение одного цикла замораживания для очистки воды от взвешенных частиц не эффективно. Степень очистки составляла около 30%, а количество циклов до полного исчезновения выпадения осадка составляло 18.

Общее резюме по влиянию замораживания воды на концентрацию органических, неорганических примесей и частиц дисперсной фазы в талой воде.

Сравнение имеющихся данных по концентрации органических, неорганических примесей и частиц дисперсной фазы в талой и исходной водах позволяет сделать следующие выводы.

1. Концентрация всех типов примесей в талой воде относительно исходной всегда меньше. Это уменьшение имеет место несмотря на то, что для каждого типа примеси механизм очистки индивидуален.
2. Степень уменьшения концентрации примеси в зависимости от её вида такова: для растворённых неорганических молекул ~ 20%; для нерастворимых примесей приблизительно 30%; для органических примесей для обычной водопроводной воды ~ 20%, однако для ряда примесей может быть более чем 10-ти кратной.

3. В стандартных условиях замораживания ($\sim -17^{\circ}\text{C}$, объём ~ 300 мл) эффективность очистки воды после 1 цикла замораживание - размораживание не высока. В связи с этим распространённое мнение о том, что талая вода, приготовленная в результате одного цикла замораживание – размораживание, по чистоте близка к дистиллированной ошибочно. Поэтому при обсуждении её полезности вопрос о величине уменьшения концентрации примесей в талой воде снимается – оно практически такое же, как и в обычной воде и, следовательно, по этому параметру талая вода близка к исходной. Таким образом, например, представления об обессоливании и следовательно вреде для организма в результате длительного употребления талой воды [26], по-видимому, преувеличены.

2. Концентрация тяжёлых изотопов

Влияние изотопии на физико-химические свойства жидкостей и, в частности, воды давно и надёжно установлены [27]. Напомним, что из 9 стабильных изотопов воды, наибольшую концентрацию имеет самая лёгкая протиевая вода H_2^{16}O . По объёму она составляет 99.727%. Таким образом, на долю более тяжелых изотопов приходится 0.273 %. Из этой доли только 3 изотопа воды составляют почти 100%. Этими тремя изотопами являются H_2^{18}O (73.5%), H_2^{17}O (14.7%) и HD^{16}O (11.5%) [28]. Отсюда видно, что количество воды с тяжёлым кислородом гораздо больше, чем с тяжёлым водородом. Между тем зачастую при обсуждении влияния изотопного состава воды на различные биологические процессы рассматриваются только изменения концентрации дейтерия и не обсуждается значимость изменения концентрации самого распространённого тяжёлого изотопа воды H_2^{18}O [29]. Поскольку для нашего обсуждения разновидность тяжёлого изотопа воды не принципиальна, то далее под тяжёлой водой мы будем иметь в виду также только изотопы HD^{16}O и D_2^{16}O .

Температура замерзания H_2O - 0°C , а D_2O – 3.98°C [27]. Таким образом, при замораживании в первую очередь будет образовываться более тяжёлый лёд (НДО), и, если затем этот лёд выделить и расплавить, то талая вода будет содержать больше тяжёлого изотопа, чем исходная вода. На этот факт действительно указано в [30]. Именно уменьшение концентрации тяжёлого изотопа автором [29] считается решающим, например, при обсуждении биологических вопросов полезности талой воды, поскольку известны факты угнетения роста растений при увеличении концентрации тяжёлой воды [2], и, напротив, факты стимуляции веса животных при их поении облегчённой водой (вода, в которой содержание дейтерия было снижено на 20%) [28]. Сравнительные клинические испытания легкой воды на группах пациентов показали возможность её использования как вспомогательного средства в медицине при комплексном лечении артериальной гипертензии, нарушений углеводного обмена и энергетического баланса в организме [28].

Резюмируя этот пункт, заключаем, что изотопный состав талой воды отличен от исходного. Это различие в настоящее время объясняется разницей в температурах замерзания легкой и тяжёлой вод. Относительно подробный анализ гипотезы о возможной связи сегрегации изотопов водорода и полезности свойств талой воды можно найти в монографии [29].

3. Концентрация перекиси водорода.

Перекись водорода является молекулой, которая принимает участие во всех жизненно важных процессах, идущих на Земле. В связи с этим неудивительно, что её роль, например, в гомеостазе человеческого организма [30,31], в фотосинтезе [32,33] или самоочищении природной водной среды [34] является предметом глубокого исследования.

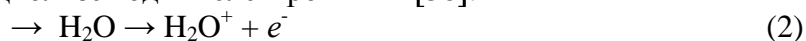
Первые указания на присутствие перекиси водорода в природной снеговой воде появились в 1949 году [35]. Изучение влияния непосредственно процедуры замораживание-размораживание воды на концентрацию пероксида было проведено в [36]. Измерения показали, что концентрация H_2O_2 составляла $\sim 3 \cdot 10^{-6}$ М, что значительно превышало концентрацию перекиси водорода в исходной специально приготовленной

воде ($\sim 10^{-12}M$). Для объяснения появления заметного количества пероксида водорода авторы [37] используют представления о воде, как о полимере, химические связи в котором могут разрываться механохимически. Применительно к воде это означает образование радикалов OH^* , которые затем по реакции

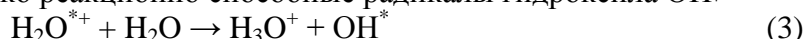


могут образовать молекулу перекиси водорода. В рамках своей модели авторы [36] делают количественную оценку концентрации перекиси водорода в талой воде ($\sim 10^{-6} M$), что по порядку величины близко к экспериментально измеренной. Однако, по нашему мнению, эта модель не свободна от противоречий. Действительно, поскольку предполагаемая природа разрыва OH связи флуктуационная, то для повышенной концентрации перекиси водорода в талой воде необходимо предполагать их более высокий уровень для талой воды. Однако такая информация в настоящее время отсутствует.

Другой и как представляется наиболее реальной возможной причиной появления OH^* радикалов и последующих реакций является эффект Воркмана – Рейнолдса [37]. Суть этого эффекта заключается в том, что при образовании льда на границе вода-лёд образуется разность потенциалов, величина которой достигает 100 в. Аналогичный эффект имеет место и при таянии льда. Этой энергии вполне достаточно, например, для ионизации молекулы воды. Далее могут идти процессы, которые достаточно хорошо изучены в радиационной при радиолитизе воды и электрохимии [38]:



Ионизированная молекула воды реагирует с другой нейтральной молекулой воды, в результате чего образуется высоко реакционно способные радикалы гидроксила OH^*



которые затем по реакции (1) образуют молекулу пероксида.

Другой возможностью образования OH радикала и, соответственно дальнейшего образования молекулы перекиси водорода, является реакция образовавшегося электрона (по (2)) с образованием двух радикалов: H^* и OH^*



В присутствии кислорода образуются и другие продукты радиолитиза, обладающие окислительными свойствами: гидропероксидный радикал HO_2^* , атомарный кислород и, наконец, пероксид водорода H_2O_2 [38]:



В принципе к подобному предположению о механизме образования OH^* радикалов в талой воде можно прийти, если принять во внимание данные об энергиях, которые сопровождают процесс растрескивания льда. Величина энергии, которая сопровождает этот процесс, может составлять 1-10 кэВ [39]. Этой энергии более чем достаточно для гомолитического разрыва OH связи в молекуле воды, образовании OH^* радикала и дальнейшей генерации пероксида по (1). Кроме того, в этом случае все процессы (2) – (6) также могут иметь место.

Таким образом, одним из физико-химических параметров, реально отличающих талую воду от обычной, является повышенное содержание перекиси водорода. Принимая во внимание многочисленные данные по положительному влиянию перекиси водорода при определённых концентрациях на биологические объекты [32], в качестве одной из гипотез, объясняющих феномен талой воды, можно принять, что это положительное влияние талой воды связано с повышенной относительно «не талой» концентрацией пероксида. В рамках этого предположения, можно попытаться объяснить существование якобы наблюдающегося эффекта времени жизни талой воды (феномен в феномене). Оно может быть объяснимо на основании надёжно установленного факта спонтанного разложения перекиси водорода [34], которое зависит от температуры, интенсивности падающего света, pH среды и т.д. и которое может происходить в течение многих часов.

Легко видеть, что в этом случае для объяснения наличия «памяти» у талой воды не следует привлекать представлений о наличии так называемой «структурной памяти» воды.

4. Концентрация растворённых газов (кислород, углекислый газ).

В настоящее время установлено, что концентрация растворённых газов (кислород, углекислый газ) в талой воде меньше, чем в исходной [1]. Это не удивительно, поскольку растворимость газов во льду значительно меньше, чем в воде [41,42]. Таким образом, сразу после плавления льда талая вода имеет концентрацию газов меньше равновесной. За время хранения при соприкосновении с атмосферой она поглощает различные газы, что приводит к возрастанию их концентрации в воде. Об этом, например, свидетельствует уменьшение величины рН, которое происходит благодаря увеличению концентрации углекислого газа вследствие его химической реакции с водой. В результате этой реакции образуется угольная кислота, которая приводит к уменьшению величины рН. Не исключено, что в существовании феномена талой воды большая относительно исходной величина рН и является тем свойством, благодаря которому талая вода обладает целебными свойствами. Соответственно в данном случае роль газов решающа.

Здесь следует заметить, что хотя величина концентрации растворённых газов не постоянна во времени, в природной воде она всегда отлична от нуля и её влияние с необходимостью должно приниматься во внимание при рассмотрении характеристик талой воды. Однако, поскольку окончательная природа феномена талой воды не установлена, то может оказаться, что именно изменением концентрации газов и следует объяснять этот феномен. Принципиальное отличие талой от обычной воды, например, может заключаться в том, что талая вода, не содержащая газов, в принципе не может образовать клатратоподобные структуры, в то время как обычная вода, насыщенная газами, может [41,42] и только при наличии молекул воздуха в воде согласно представлениям [43] возможно образование бабстонных кластеров. (Бабстонный кластер – это спонтанно возникший стабильный газовый пузырёк в жидкости при её равновесии с внешней газовой средой).

Нетрудно видеть, что в рамках «газовой» гипотезы, природу возникновения «памяти талой воды» можно было бы понять, приняв эту «память» как время естественного установления равновесной концентрации различных газов в воде после таяния льда или снега и, следовательно, представлений о «структурной» памяти» самой воды привлекать не следует.

Общее резюме

Итак, краткое количественное сравнение ряда физико-химических параметров талой и простой воды показывает, что величины этих параметров различаются. Однако, какой из обсуждённых параметров считать решающим при определении полезности талой воды в настоящее время не представляется возможным, поскольку систематических и комплексных исследований в этом направлении не проведено. В связи с этим попытки создания аппаратов для получения талой воды с максимально полезными физиологическими свойствами [8-12], по-видимому, обречены на неудачу, поскольку неизвестны оптимальные физико-химические условия для получения такой талой воды. Действительно, если эффекты очистки от примесей и получение легкой воды в одном технологическом цикле ещё как-то можно совместить [9,10], вымораживая вначале тяжёлую фракцию и, после отделения оставшейся не замороженной воды, проводя дальнейшее замораживание её основной части, то, что при этом происходит с концентрацией перекиси водорода и концентрациями газов пока остаётся неизученным. Конечно, быть может, что основным (определяющим) параметром в широко описываемых целебных свойствах талой воды принадлежит какому-либо одному параметру и тогда только его варьирование способно оптимизировать получение такой воды с желаемыми свойствами. Но это пока неизвестно, поскольку даже предварительный ответ на вопрос, какой (какие) из физико-химических параметров воды нужно изменить, чтобы получить

действительно лечебную воду в настоящее время остаётся открытым. Следовательно, предлагать какие-то технологии для оптимальных условий получения талой воды преждевременно. В связи с этим трудно представить, каким образом многочисленные рекомендации и рецепты приготовления талой воды, которые кочуют из газет в журналы и из журналов в газеты с указанием весьма грубых (и зачастую противоречивых) условий её приготовления, могут реально способствовать получению талой воды с действительно целебными свойствами. Единственным «утешением» для такого рода рекомендаций может быть выполнение известного принципа «Не навреди». Действительно замораживание воды и последующее плавление льда свойств воды однозначно не ухудшает. Не исключено, кстати, что это обстоятельство в сочетании с эффектом «плацебо» и приводит к многочисленным «наблюдаемым» положительным эффектам талой воды.

В заключении следует ещё раз подчеркнуть, что реально наблюдаемые и якобы особые свойства талой воды можно объяснить наличием в воде многочисленных примесей при их определённых концентрациях. Таким образом, реально всегда имеет место наличие слабых водных растворов электролитов и неэлектролитов, а не собственно чистой воды. Соответственно привлекать представления об особой структуре талой воды следует только в рамках имеющихся знаний о структуре водных растворов, а не чистой беспримесной воды. В этом смысле феномен талой воды ничем не отличается от феномена газированной воды, для которой наличие повышенной концентрации соответствующего газа (кислород, двуокись углерода и т.д.) относительно равновесной тривиально и не вызывает вопросов.

Наконец следует отметить, что вопросы о свойствах талой воды непосредственно связаны с проблемой не только получения чистой питьевой воды, которая бесспорно является одной из центральных для современной цивилизации, но и с проблемой получения воды с целебными свойствами. Последнее обстоятельство значительно усиливает актуальность систематических исследований физико-химических свойств талой воды. Только такие исследования могут и должны покончить с тем хаосом, который имеет место в поле информации о талой воде.

Таблица 1. Зависимость коэффициента сепарации от числа атомов в заместителе пирен производных молекулах. Под коэффициентом сепарации понимается отношение интенсивностей флуоресценции пирен производных молекул на длине волны 390 нм в талой и незамёрзшей воде. Степень замораживания воды 50%.

Молекула	Коэффициент сепарации
<i>Py</i>	2,2
<i>PyOH</i>	3,4
<i>PyHCO</i>	5,2
<i>Py-CH₂(CH₃)₂COOH</i>	13,3

Литература

1. В.Д.Зелепухин, И.Д. Зелепухин. Ключ к живой воде. Алма-Ата: Кайнар, 1987, 98с.
2. Б.Н.Родимов. // *Сельское хозяйство Сибири*. **7** (1961) 66.
3. А.К.Гуман. Сб. «*Структура и роль воды в живом организме*». Л.: ЛГУ, 1966, 157с.
4. Ю.А.Сикорский, Г.И.Вертепная, М.Г.Красильник. // *Изв. ВУЗов, Физика*, **3** (1959)12.
5. В.Я.Хентов, В.Г.Никитин, О.В.Власов, В.В.Васильева. // *Коллоид. Журнал*. **43** (1972) 811.
6. S.Ashihara, N.Huse, T.Elsaesser. // *J.Phys.Chem. A.*, **111** (2007) 743.

7. В.А.Бобков. *Производство и применение льда*. М.: Пищевая промышленность, 1977 213с.
8. Ю.М.Стахивев. *Способ очистки воды путём её замораживания и устройство для его осуществления*. Изобретение №2142914. Бюллетень Российского агентства по патентам и товарным знакам №35 от 20.12.1999.
9. Е.Н.Высоцкий. *Способ очистки воды и установка для его осуществления*. Изобретение №2274607. Бюллетень федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам от 20.04.2006.
10. N.Ch.Chang. *Dual freezing chamber system and method for water purification*. United States Patent 4799945. Date of Patent. 24.01.1989.
11. G.Sadchin. *Method for treating water*. United States Patent 6156210. Date of Patent.12.05.2000.
12. Б.М.Шавинский. Направленная кристаллизация водно-солевых систем. *Канд. диссертация*. Новосибирск, 1977, 146с.
13. Н.Л.Лаврик, Г.Г.Дульцева. // *Химия в интересах устойчивого развития*. **4** (1996) 45.
14. Н.Л.Лаврик. // *Химия в интересах устойчивого развития*. **12** (2004) 61.
15. И.Б.Арчегова. // *Почвоведение*. **6** (1967) 57.
16. Д.С.Орлов. Гумусовые кислоты почв. М.: МГУ, 1974, 268с.
17. Н.Н.Авгуль, А.В.Киселёв, Д.П.Пошкус. М.: Химия, 1975, 173с.
18. А.И.Калинин, Г.А.Скоробогатов. Пить хочется ... А можно ли? Способы очистки водопроводной воды в домашних условиях. Санкт-Петербург: ПРОПО, 1992, 86с.
19. J.Oughton, R.Battino, S.Hu. // *J.Chem.Education*. **78** (2001) 101.
20. Н.Л. Лаврик. // *Химия в интересах устойчивого развития*. **11** (2003) 863.
21. Б.И. Кидяров. Кинетика образования кристаллов из жидкой фазы. Новосибирск: Наука.1987, 218с.
22. T.S.Plaskett, W.C.Winegard. // *Canad. Journ. Phys.* **38**, 1960, 1077.
23. G.Kvajic, V.Brajovic. // *J.Crist.Crowth*, 44 (1971) 1173.
24. Н.Л. Лаврик. *Химия в интересах устойчивого развития* **9** (2001) 727-730.
25. М.И.Шелудко. *Коллоидная химия*, М.: ИЛ, 1960, 332с.
26. Г.А.Скоробогатов А.И. Калинин. *Осторожно! Водопроводная вода!* Санкт-Петербургский университет, 2003, 152с.
27. И.Б. Рабинович. Влияние изотопии на физико-химические свойства жидкостей. М: Наука, 1968, 307с.
28. А.А. Тимаков. Основные эффекты легкой воды. *Сообщение на 8-й Всероссийская конференция Физико-химические процессы при селекции атомов и молекул*. Москва. 2003.
29. В.М. Мухачёв. *Живая вода*. М: Наука, 1975, 143с.
30. Я.Кольман, Рем К.-Г. *Наглядная биохимия*. М: Мир, 2000, 469с.
31. У. Дуглас Целительные свойства перекиси водорода. М., Санкт-Петербург: Питер, 2004, 159с.
32. Г.Г. Комиссаров. *Фотосинтез: физико-химический подход*. М: УРСС, 2003, 223с.
33. А.В. Лобанов. *Фотокаталитические процессы с участием пероксида водорода в природных и искусственных фотосинтезирующих системах*. Автореферат на соис.уч.степ. канд.хим.наук. Москва, 2004, 29с.
34. Е.В.Штамм, А.П.Пурмаль, Ю.И.Скурлатов. // *Усп. химии*, **60** (1991) 2373.
35. Н. Matzui. // *J.Met.Soc Japan*. **2** (1949) 380.
36. Г.А Домрачев, Ю.Л.Родыгин, А.Д.Селивановский, П.А.Стунжас. *Химия морей и океанов*. М: Наука, 1995, 169с.
37. E.J.Workman, S.E.Reynolds. *Phys. Rev.* **78**, (1950) 254.
38. Л.Т.Бугаенко, М.Г.Кузьмин, Л.С.Полак. *Химия высоких энергий*. М: Химия, 1988, 365с.
39. В.А.Царёв. // *УФН*. **160** (1990) 1.
40. *Справочник по растворимости*. М.: Наука, 1975, 176с.

41. В.Р.Белослудов, Ю.А. Дядин, М.Ю.Лаврентьев. *Теоретические модели клатратообразования*. Новосибирск: Наука, 1991, 147с.
42. С.П.Габуда. *Связанная вода. Факты и гипотезы*. Новосибирск: Наука, 1982, 159с.
43. Н.Ф.Бункин, К.В.Индукаев, П.С. Игнатъев. // *ЖЕТФ*, **131** (2007) 539.
- .

УДК 543.38 + 542.67 + 548.53

Аннотация

Особенности физико-химических свойств талой воды

Н.Л.Лаврик

Институт химической кинетики и горения СО РАН, Новосибирск (Россия)

Проведено сравнение ряда хорошо изученных физико-химических параметров талой (полученной в результате процедуры замораживание-размораживание) и исходной воды. Конкретными сравниваемыми параметрами талой и исходной воды были: концентрация органических, неорганических примесей и частиц дисперсной фазы; концентрация тяжёлых изотопов воды; концентрация перекиси водорода; концентрация растворённых газов (кислород, углекислый газ). Сравнение показало, что по этим параметрам талая вода отличается от исходной, причём различия имеют как постоянный, так и временной характер.