

Шеховцов С.В., Новиченко В.Г.

ВОДА И ВРЕМЯ

Запорожский профилактико-оздоровительный центр «Здоровье», Украина, Запорожье
e-mail: nov230258@rambler.ru

Научно-культурологический популярный очерк о воде. Авторы предприняли попытку объединить древние и современные воззрения на воду и попытались создать целостную картину понимания свойств воды.

Ключевые слова: вода, здоровье, биофизика, структура воды, история, культура

(Продолжение. Начало в №№ 2/16, 1-4/17 и 1-2/18)

Структура молекулы воды

Как известно, молекула воды есть результат взаимодействия двух веществ – кислорода и водорода. Известно и их количественное соотношение.

Если молекула воды состоит из одного атома кислорода и двух атомов водорода, то, значит, существуют некие внутримолекулярные силы, образующие связь этих атомов между собой. Эти силы получили название ковалентных связей.

Особенности физических и химических свойства воды говорят о том, что «сконструировать» молекулу воды, расположив все входящие в нее атомы по прямой линии, т.е. Н-О-Н, нельзя, ибо при такой структуре молекула, содержащая два положительных атома водорода и отрицательный атом кислорода, была бы электрически нейтральной, не обладала бы определенной направленностью. Имеющийся у молекулы воды электрический момент, может быть таким только если оба атома водорода примыкают к кислороду с одной и той же стороны. Так появилась модель структуры молекулы H_2O по Берналу-Фаулеру [5].

Логические рассуждения её авторов сводились к следующему: поскольку атомы водорода друг от друга заметно отталкиваются, угол между ОН связями не мог быть прямым (90°). Немногим позднее, в результате экспериментов ряда учёных, он был вычислен: для молекулы H_2O в жидкой фазе он составляет $104,5^\circ$.

Атом кислорода гораздо «массивнее» атома водорода. У него четыре электрона находятся на внешней p -орбитали. Два из них связаны с двумя атомами водорода, участвуя с ними в ковалентной О-Н связи. Два других электрона атома кислорода остаются «вакантными». Будучи более электроотрицательным, атом кислорода «подтягивает» к себе электронные облака, образующие химические О-Н связи (электронное облако смещено в сторону кислородного ядра). Как результат: электронные облака имеют сигарообразную форму и неоднородную плотность. Их можно представить в виде, вращающихся вокруг своей оси, «снарядов» [6]. Они могут вращаться как в одну, так и в разные стороны. Когда протоны в молекуле H_2O вращаются в одну сторону, их моменты складываются, и получается молекула **пара**-воды. Если же они вращаются в разные стороны, возникает разность моментов, и получается молекула **орто**-воды. Если изменение характеристик колебательного и вращательного движений, есть следствие особенностей протекания потоков энергии в молекуле H_2O , тогда естественно молекулы пара- и орто- воды в ней должны находиться на разных энергетических уровнях.

Жидкая вода представляет собой единую субстанцию, а это значит, что в воде существует одновременно две жидкости, состоящие из различных молекул H_2O . Можно сказать иначе: вода является субстанцией, состоящей из нескольких изомеров молекулы H_2O .

Одно из основных различий между пара-, орто-, спин-изомерами воды в том, что у первой есть состояние, в котором молекула не вращается, в то время как у орто- такого состояния нет, она всегда «крутится» подобно юле. Это различие приводит к тому, что у разных спиновых изомеров воды должна быть разная степень адсорбции на поверхности.

Экспериментальными данными было подтверждено, что вода в земных водоемах состоит на три четверти из орто-воды и на одну четверть из пара-воды. Считается, что пара-вода мо-

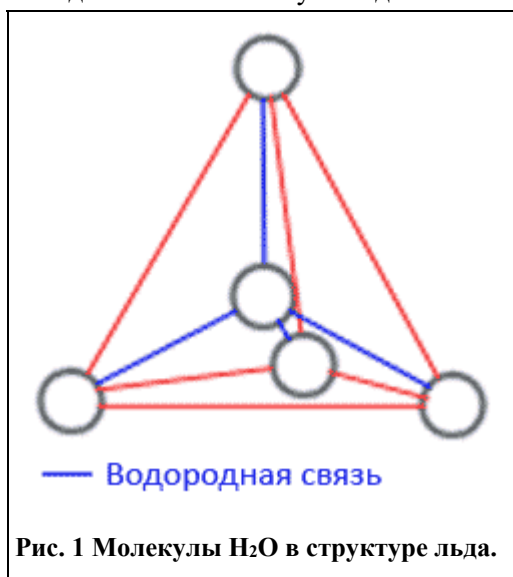
жет участвовать в образовании структур посредством водородных связей (в частности, льдоподобные структуры), в то время как у орто-воды образование связей возможно только за счет электростатических сил – Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий. Так, давно обсуждаемое биологами, отличие внутриклеточной (связанной) воды от обычного водно-солевого раствора, также объясняется с позиций пара-воды и орто-воды.

В дальнейшем были определены геометрические параметры молекулы H_2O . Если соединить отрезками ядро атома кислорода с двумя атомами водорода, то длины этих отрезков составляют 0,96 А. Движение электронов в молекуле и распределение заряда формируют жесткую сферу – электронное облако с радиусом 1,4А. Эти сферы настолько жесткие, что сдвинуть две молекулы H_2O меньше, чем на 2,8А невероятно трудно. Благодаря этим особенностям строения молекулы H_2O , вода приобретает одно из своих многочисленных свойств – несжимаемость.

Особенности атомарного строения, число и конфигурация электронных орбиталей кислорода и водорода, позволяют каждой молекуле H_2O , помимо внутримолекулярных (ковалентных) взаимодействий между атомом кислорода с двумя атомами водорода, образовывать еще четыре внешних связи – две донорных и две акцепторных. Эти связи получили название водородных.

При помощи этих связей молекула воды, взаимодействует с другими молекулами H_2O . В результате, образуется непрерывная трёхмерная сетка внешних молекулярных связей, в которой каждая молекула H_2O имеет четырёх соседей. Она наиболее явно видна в кристаллическом, твёрдом состоянии воды.

Во льду все молекулы связаны между собой водородными связями. При этом четыре связи каждой молекулы локально организованы в тетраэдрическую структуру, т.е. четыре близлежащие молекулы располагаются в вершинах трехгранной пирамиды, в центре которой находится пятая молекула воды.



Считается, что тетраэдрическая форма отдельной молекулы повторяется в кристаллической структуре льда. Эти трехгранные пирамиды могут также объединяться в некую сверхструктуру. Во льду такая сложная трехмерная сверхструктура из тетраэдров простирается на весь объем. По мнению учёных, именно межмолекулярная или водородная связь не только создаёт пространственную организацию молекул H_2O , но и является источником проявления водой своих аномальных свойств.

Само понятие, термин «водородная связь» и его научную трактовку ввели В. Латимер и Р. Родебуш в 1920 г. В результате проведенных этими учёными экспериментов с жидкостями, выяснилось, что если бы между молекулами воды действовали только Ван-дер-Ваальсовы силы, то вода замерзала бы при $-90^{\circ}C$, а закипала бы при $+80^{\circ}C$. При кипении жидкости, рассуждали они, разрушаются только Ван-дер-

Ваальсовы взаимодействия, те, что удерживают молекулы в жидкой фазе. Если температуры кипения неожиданно высокие, то, следовательно, молекулы связаны дополнительно еще какими-то силами, которые сопротивляются любым внешним тепловым, электрическим, механическим воздействиям. Эти силы или связи получили название водородных. Они являются более мощными, нежели силы взаимного притяжения [17, 21].

В настоящее время, часть учёных, опираясь на теорию молекулярных орбиталей, рассматривают водородную связь как частный случай ковалентной. Ими утверждается, что водородные связи могут быть как межмолекулярными, так и внутримолекулярными. С одной стороны они правы, ведь, как и в ковалентной (внутримолекулярной), и в межмолекулярной связях, принимают участие одни и те же атомы. В молекуле воды О-Н связь является внутримолекулярной, ковалентной, но и Н-О связь также является, в некотором смысле, ковалентной, но

вне-, или меж-молекулярной.

Между ними всё же есть существенное различие, как в количественном, так и в качественном отношении. Так в воде расстояние между атомами кислорода в системе $\text{O}-\text{H}_2\text{O}$ составляет 0,276 нм. Если принять, что длина ковалентной связи $\text{O}-\text{H}$ равна 0,1 нм, то длина связи H_2O составляет 1,76 нм, то есть она значительно (примерно на 70%) длиннее ковалентной связи между этими атомами.

Тем не менее, связь $\text{H}-\text{O}$ оказывается значительно короче суммы Ван-дер-Ваальсовых радиусов, составляющих для водорода и кислорода соответственно 0,12 и 0,14 нм. Последнее обстоятельство является одним из критериев, указывающих на образование между молекулами водородных связей.

Межмолекулярная $\text{H}-\text{O}$ связь приблизительно в 10 раз менее прочна, чем её ковалентный аналог. Поэтому при нагревании воды в первую очередь разрушаются водородные, а не ковалентные связи.

Вычислено, что по энергоёмкости водородная связь занимает промежуточное положение между химическими (ковалентными) связями и Ван-дер-Ваальсовыми взаимодействиями.

У водородной связи существует ряд замечательных свойств.

Если, например, в молекуле воды атом водорода находится между двумя атомами кислорода, то пространственная организация такой тройки атомов не может быть произвольной, а будет иметь совершенно четкую, однозначную структуру и направленность (180 ± 10 град).

Другое важное свойство водородной связи называется кооперативностью и смысл его заключается в том, что образование одной водородной связи способствует возникновению рядом следующей связи, которая, в свою очередь, способствует образованию следующей, и т.д.

Физико-химическая природа этого свойства объясняется так: две молекулы H_2O , образуя водородную связь, вступают в кислотно-щелочное взаимодействие, в результате которого одна молекула становится более кислой, а другая – более щелочной. Поэтому для образования этими же молекулами и других водородных связей требуется меньше энергии [4].

Считается, что в образовании как ковалентной, так и водородной связи определяющую роль играет электроотрицательность участвующих в связи атомов – способность оттягивать на себя электроны химической связи от атома-партнера, участвующего в этой связи [3, 7]. В результате на атоме А с повышенной электроотрицательностью возникает частичный отрицательный заряд δ^- , а на атоме-партнере – положительный δ^+ , химическая связь при этом поляризуется: $\text{A}^{\delta^-}-\text{H}^{\delta^+}$.

В формировании водородной связи участвуют три атома, два электроотрицательных (А и Б) и находящийся между ними атом водорода Н, структура такой связи может быть представлена следующим образом: $\text{B} \cdots \text{H}^{\delta^+}-\text{A}^{\delta^-}$ (водородную связь обычно обозначают точечной линией). Атом А, химически связанный с Н, называют донором протона (лат. *donare* – дарить, жертвовать), а Б – его акцептором (лат. *accipere* – приемщик). Чаще всего истинного «донорства»

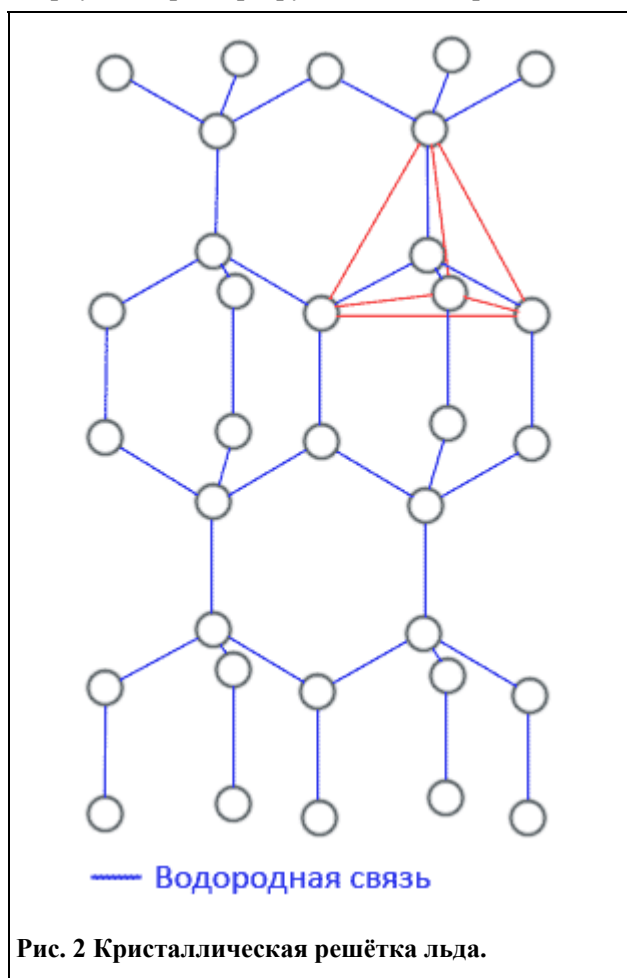


Рис. 2 Кристаллическая решётка льда.

нет, и Н остается химически связанным с А.

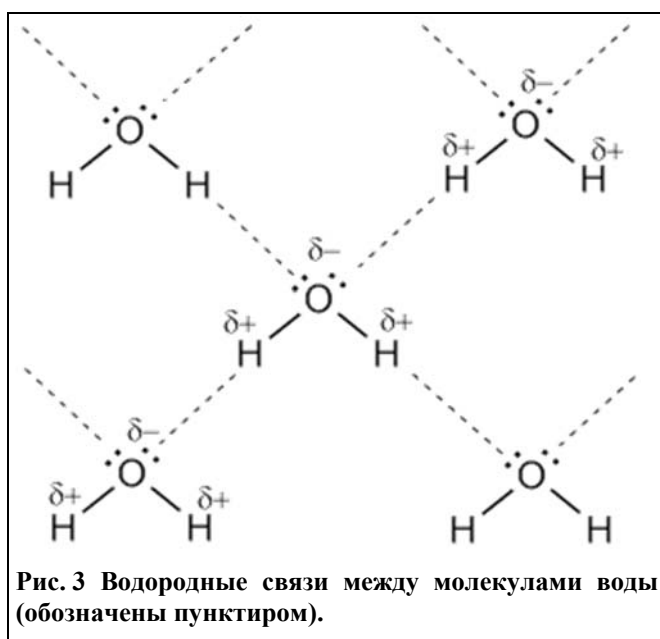
Атомов – доноров А, поставляющих Н для образования Н-связей, не много, практически всего три: N, O и F, в то же время набор атомов-акцепторов Б весьма широк.

В природе существуют и другие полярные жидкости, молекулы которых способны образовывать прочные водородные связи, но их свойства и отдаленно не похожи на свойства воды. Таковы, например, аммиак NH_3 и фтористоводородная кислота HF, молекулы которых довольно легко образуют водородные связи, причем HF образует даже более прочные связи, чем H_2O . Но ни одна из них не обладает столь широким набором замечательных свойств.

В чем же дело? Почему для H_2O водородная связь оказывается прекрасным связующим материалом, а, например, в аммиаке эта же связь «не работает»? Может быть, все-таки в аммиаке водородная связь несколько иная? Нет, связь остается неизменной, но ни в аммиаке, ни во фтористоводородной кислоте эти связи не способны почему-то создать трехмерную структуру.

Для образования трехмерной молекулярной структуры существенно, сколько таких связей может образовывать одна молекула. Этим же возможно дать объяснение, почему водород себе в партнёры выбрал именно кислород для создания такой универсальной субстанции, как вода. Ведь наиболее «положительному» из всех элементов – водороду идеальным партнёром в этом должен бы быть фтор, как наиболее электроотрицательный элемент. Но его выбор пал именно на кислород, стоящий в ряду электроотрицательности элементов на втором месте после фтора.

Трехатомная молекула H_2O образует четыре водородные связи. В их образовании принимают участие оба атома водорода, а атом кислорода, имеющий две не поделённые электронные пары, образует две водородные связи с атомами водорода соседних молекул воды. В результате, молекулы H_2O создают сетку водородных связей, которая охватывает весь объём воды в твердой её фазе (лёд).



В случае HF каждая молекула может участвовать лишь в двух водородных связях. Разумеется, этого недостаточно для образования трехмерной структуры, поэтому молекулы фтористоводородной кислоты способны образовывать лишь длинные зигзагообразные одномерные цепочки.

Молекулы аммиака могут образовывать шесть водородных связей каждая. Казалось бы, что в этом случае должна возникнуть протяженная трехмерная структура, еще более прочная, чем в случае воды. Но этого не происходит. Дело в том, что геометрические размеры молекулы NH_3 совершенно не приспособлены к тому, чтобы соседствовать с шестью другими молекулами. Водородные связи сильно направлены, они не могут простирались в любую точку окружающего молекулу пространства. Если молекула может образовывать несколько водородных связей, то взаимная ориентация соседствующих молекул в идеальном случае вполне однозначна. Структура с шестью соседями плохо согласуется с такой ориентацией, поэтому в кристалле аммиака водородные связи сильно «напряжены», и чем протяженнее структура, тем общее напряжение структуры больше. Образование трехмерных структур в аммиаке энергетически невыгодно, и молекулы NH_3 образуют лишь короткие замкнутые структуры в виде колец.

Если молекула может образовывать несколько водородных связей, то взаимная ориентация соседствующих молекул в идеальном случае вполне однозначна. Структура с шестью соседями плохо согласуется с такой ориентацией, поэтому в кристалле аммиака водородные связи сильно «напряжены», и чем протяженнее структура, тем общее напряжение структуры больше. Образование трехмерных структур в аммиаке энергетически невыгодно, и молекулы NH_3 образуют лишь короткие замкнутые структуры в виде колец.

Водородные связи – это необходимое, но не достаточное условие образования уникальной молекулярной структуры, которая и определяет аномальные свойства воды [1].

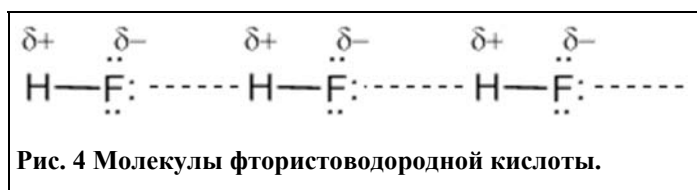


Рис. 4 Молекулы фтористоводородной кислоты.

Для возникновения этого является важным и размер молекулы, и особенности её электронного строения, и количество, образуемых ею, водородных связей для построения трёхмерной молекулярной организации, и ряд других условий.

Как следствие, «уголковая» или «V»-образная электронная структура молекулы H_2O , в сочетании с оптимальным количеством водородных связей, определяют условия объединения отдельных молекул в сложную трехмерную конструкцию, что делает эту молекулу идеальным и единственным материалом для построения разветвленной сети водородных связей, которая в наиболее совершенном виде видна во льду.

Итак, протяженная трехмерная молекулярная структура может возникнуть лишь в том случае, если, как минимум, будут выполнены одновременно следующие условия.

- во-первых, молекулы вещества должны обладать способностью, образовывать прочные водородные связи;
- во-вторых, этих связей должно быть не меньше четырех на одну молекулу;
- в-третьих, геометрические размеры молекул не должны противоречить оптимальным направлениям водородных связей.

При всем великом многообразии веществ, в природе, лишь одно вещество, единство двух элементов – водорода и кислорода (молекула H_2O) полностью удовлетворяет всем этим требованиям.

Большинство учёных едины во мнении, что водородная связь – это глобальное явление, охватывающее всю химию, физику, а с ними и биологию.

Но химику-практику легче признать существование этого феномена, чем объяснить его природу. В отличие от обычных химических связей, H-связь появляется не в результате целенаправленного синтеза, а возникает в подходящих условиях сама и проявляется в виде межмолекулярных или внутримолекулярных взаимодействий.

Причиной этих взаимодействий, как было сказано выше, является электростатическое взаимодействие. Атом водорода, образующий водородную связь в молекуле H_2O , связан с достаточно хорошо выраженным электроотрицательным атомом кислорода, то есть с атомом с высоким сродством к электрону, из-за чего электронная плотность на атоме водорода понижена по сравнению с плотностью изолированного атома водорода. Следовательно, суммарный электрический заряд на таком атоме оказывается положительным, что и позволяет атому взаимодействовать еще с одним электроотрицательным атомом кислорода. Такое взаимодействие с каждым из двух атомов, как правило, слабее взаимодействия с тем атомом, с которым атом водорода был соединен первоначально.

Образование подобной связи с третьим и т.д. атомом с точки зрения физики и химии практически оказывается невозможным из-за того, что начинает доминировать электростатическое отталкивание электроотрицательных атомов друг от друга. Современные расчеты показывают, однако, что суммарный заряд на атоме водорода, участвующем в образовании водородной связи, практически не меняется по сравнению с зарядом в мономерной молекуле.

Это взаимодействие отличается от того, какое встречается в классической теории, поскольку оно не определяется только лишь плотностью распределения положительного и отрицательного зарядов, а выражается более сложным образом с помощью волновых функций, определяющих состояния молекулярной системы.

Часто при объяснении образования химической связи используют слова о понижении (уменьшении) энергии при объединении частей (атомов) в единую систему (молекулу). Слова, без сомнения, правильные, хотя вряд ли что объясняющие. Скорее это констатация общего утверждения о том, что понижение энергии изолированной системы ведет к ее большей стабилизации. При этом вопрос, почему это происходит, остается открытым. [24]

Поскольку водородная связь является «дирижёром» протекания как биохимических ре-

акций, так и, как было сказано выше, создания молекулы воды, то остаётся нерешённым вопрос о том «как она это делает?» Вполне логично было сделано предположение, что ответ на него следует искать в природе главного действующего лица – водорода.

Известно, что в воде протон, участвующий в водородной связи и находящийся между атомами кислорода имеет два равновесных положения – он может находиться как вблизи «своего» атома кислорода, на расстоянии приблизительно 1 Å, так и вблизи «чужого» атома, на расстоянии 1,7 Å от «своего», т.е. наряду с обычным димером HO-H...OH₂ стабильной оказывается также и ионная пара HO...H-OH₂.

Было установлено, что состояние «протон около чужого кислорода» характерно для границы раздела фаз, т.е. вблизи поверхности вода–твёрдое тело или вода–газ.

Вопрос, «по каким причинам происходит такая перестройка атома водорода?» – остаётся открытым.

Возможно, предположить, что на линии O-H...O водород выступает в качестве сверхчуткого индикатора, реагирующего на любые изменения факторов внешней среды, таких как, например, давление и температура, и даже менее энергоёмких воздействий как излучение и поле.

Результаты ещё одного эксперимента заставляют несколько по-иному взглянуть на общеизвестную структуру молекулы H₂O [28]. В 1995 году эксперимент по рассеянию нейтронов дал неожиданный результат: физики обнаружили, что нейтроны, направленные на молекулы воды, «видят» на 25% меньше протонов водорода, чем ожидалось. Оказалось, что на интервале одна аттосекунда (10⁻¹⁸ с) имеет место необычный квантовый эффект, и химическая формула воды вместо H₂O, становится **H1.5O!** Иными словами, часть протонов водорода, принимая участие в материальной молекулярной организации воды, остаются незримыми, как бы нематериальными [8].

Следует напомнить читателю, что ни структуру воды, ни молекулу H₂O в жидкой воде из которой такая организация возникает, никто никогда не видел. Вид молекулы H₂O и расположение, входящих в неё атомов кислорода и водорода, были определены умозрительно, исходя из её высокой реакционной способности, огромному дипольному и электрическому моментам и т.д. То, что показывают в научно-популярных фильмах – это мультики. В них три шарика (один большой и два маленьких) расположенных уголком или V-образно бегают, вращаются и соединяются с подобными себе, шариками, образуя определённые геометрические образования.

Форма молекулы воды наиболее наглядно отражена в кристаллической структуре льда в виде тетраэдра – четырёхгранной пирамиды. Из геометрии известно, что в пространстве тетраэдр состоит из четырёх вершин, четырёх граней и шести рёбер. Каким образом молекула H₂O, имея три вершины (один атом кислорода и два атома водорода) образует вышеуказанную пространственную форму совершенно не понятно.

В научной литературе читателю в качестве ответа предлагается следующее: четвёртым участником в построении тетраэдрической пирамиды молекулы H₂O является «чужой» атом водорода соседней молекулы воды. Да, если так, то тогда вроде бы всё правильно, все условия налицо, но только остаётся не понятным какую же форму имеет отдельная молекула H₂O, так сказать «без всяких помощников» извне. Без постороннего атома водорода молекулы воды, как отдельного молекулярного образования, как бы не существует? В связи с тем, что, по условиям задачи, другой молекулы H₂O, как бы ещё нет в принципе, т.е. в материи, то этот третий атом водорода есть некое не материальное его образование. **Атом водорода в этом случае является, своего рода, «амфибией», живущей, одновременно, в мире реальном и виртуальном.**

Известно, что молекула H₂O имеет угловое строение. В пустоты, образованные двумя меж протонными связями (ОН-связями), проникают молекулы различных веществ. Молекулы H₂O, обволакивая «гостевые молекулы» и, объединяясь между собой, «собирают» различные биологические субстанции [6]. Структурная составляющая часть воды обеспечивает им динамичную стабильность форм и защиту. Происходит и обратный процесс – распад структур воды вокруг биологических субстанций, выпуск «гостевых молекул» молекулами H₂O и, как следствие, растворение биологических форм. Через структуры и пустоты проявляются все формы материализации и дематериализации» – утверждает Шаубергер [26].

Структура воды и «пустота», в неё входящая и её окружающая, – есть составные части её организации, как явления Природы. Иными словами, ни материальную форму структуры молекулы H_2O , ни молекулярную организацию множества таких же молекул, образующих воду, нельзя рассматривать в отрыве от невидимой глазу пустоты, которая является такой же важной составной частью водной организации.

Один «вид» молекулы H_2O без другого существовать не может, как не существует аверс без реверса, плюс без минуса, добро без зла и т.д.

Предполагаемая учёными умозрительно, и подтверждаемая экспериментально, структура молекулы H_2O , так же, как и организация множества ей подобных, молекул, есть видимая, материальная часть некоей единой, назовём её, материально-идеальной структуры.

Наглядно и символически молекулу H_2O , как и её молекулярную организацию в общем виде, возможно, представить в виде известного восточного символа «Инь – Ян», древнекитайской натурфилософии, Вода – это Пуруша и Пракрити индуизма, Ор и Кли (свет и сосуд, две стороны одного действия, корень которого – взаимодействие Творца и творения) в Каббале.

Воду с таких позиций можно рассматривать как материально- идеальное воплощение Двух противоположных Начал в движении. Одним из проявлений и понятных аналогов этого движения в научной картине мира являются поля различной природы в связке со своими «антиподами».

Двойственность, два противоположных Начала – это не только «+» или «-» или «добро» и «зло». Это «форма-пустота», «материя-дух», «мысль-чувство» и т.д. Одно без другого существовать не может. И каждое из Начал также несёт в своей природе двойственность. Она создаёт ритм в ритме – своего рода четырёхтактный двигатель, в котором импульсы, направленные вверх, вниз, внутрь и наружу, могут ритмично действовать в эволюционном пути.

Одним из примеров, является электромагнитное поле. Движение этого поля, в свою очередь, порождает известные явления, как электричество, магнетизм. Новейшие исследования геосферы планеты и пространства Вселенной, и новые факты о роли воды в его организации, также подтверждают древнее мировоззрение о воде, о её вездесущести. Сегодня достоверно известно, что почти все минералы, образующие твердь Земли, содержат воду и не только на её поверхности, но и в её недрах [14, 12–16, 18, 19, 22, 25]. На глубине 400 км подземной воды в 10 раз больше, чем в океанах на поверхности Земли. Но эта вода не струится и не плещется. Она существует в виде капелек, иногда, размером несколько, а то и в одну единственную молекулу H_2O , вкрапленных в кристаллическую решетку минералов. Это, так называемая, ювенильная вода, которая при $600^\circ C$ является химически очень агрессивным веществом.

Вода присутствует на кометах, астероидах, малых и больших планетах Солнечной системы. Это, так называемая, супер ионная вода [29].

Радиоастрономические наблюдения над протозвездами (звезды на ранних стадиях их эволюции) показали, что они состоят в основном из молекул H_2O . На волне длиной 18 см они излучают необычайно яркую (как и положено мазеру) линию гидроксила. Напомним, что гидроксил имеет формулу OH и представляет собой соединение одного атома водорода с одним атомом кислорода. Гидроксил – по сути, «осколок» H_2O .

Некоторыми учёными высказываются предположения, что возникновение звезды начинается с конденсации межзвездной воды с образованием из нее гигантских мазеров, первичных космических тел, будущих небесных светил. Стали известны новые агрегатные состояния воды, помимо привычных – твёрдое, жидкое, газообразное

Подводя итоги, можно сказать, что:

- вода является не простым веществом, состоящим из «водных молекул», а сложным
- все модели жидкой воды пока не более чем предположения, основанные на экспериментальном фактическом материале, по-разному объясняющие её аномальные свойства.

(продолжение следует)

Л и т е р а т у р а :

1. Аксенов С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов. – М.: Наука, 1990.

2. Аналитическое программирование информационно-обменных процессов активных биологических форм. Молекулярная и полевая информационная ретрансляция (МИР-ПИР) как основа информационно-обменных взаимодействий. – <http://www.aires.spb.ru/info/zenin-ru.html>.
3. Антонченко В.Я., Давыдов А.С., Ильин В.В. Основы физики воды. – К.: Наук. думка, 1991.
4. Белая И.Л., Левадный В.Г. Молекулярная структура воды. – М.: Знание, 1987.
5. Бернал Дж., Фаулер Р. Структура воды и ионных растворов. // Успехи физических наук. – Т. 14. – 1934. – Вып. 5.
6. Габуда С.П. Связанная вода. Факты и гипотезы. – М.: Знание, 1982.
7. Зацепина Г.Н. Физические свойства и структура воды. – 2-е изд., перераб. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 171 с.
8. Зверев В.Л. Пропавшие атомы. – М.: Знание, 1982. – 142 с.
9. Зенин С.В. Исследование структуры воды методом протонного магнитного резонанса. // Докл. РАН. – Т. 332. – 1993. – № 3. – С. 328–329.
10. Зенин С.В. Структурированное состояние воды как основа управления поведением и безопасностью живых систем. Автореф. Дис. на соиск. учен. степ. док. биол. наук. – М., 1999. – 42 с.
11. Зенин С.В., Тяглов Б.А., Полануер Б.М. Экспериментальное доказательство наличия фракций воды. // Гомеопатическая медицина и акупунктура. – 1997. – № 2. – С. 42–46.
12. Колясников Ю.А. Геологический феномен близмегабарных давлений. Следы космических воздействий на Землю. – Новосибирск: Наука, 1996. – С. 32–38.
13. Колясников Ю.А. К тайнам мироздания. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1997. – 255 с.
14. Колясников Ю.А. Политетрамерная модель структуры жидкой воды. // Доклады АН СССР. – Т. 315. – 1990. – № 3. – С. 652–656.
15. Краткий геохимический справочник. / Ред. Г.В. Войткевич и др. – М.: Недра, 1977. – 184 с.
16. Овчинников Л.Н., Масалович А.М. Экспериментальное исследование гидротермального рудообразования. – М.: Наука, 1981. – 212 с.
17. Паундер Э. Физика льда. / Пер. с англ. – М., 1967.
18. Персигов Э.С., Бухтияров П.Г., Польской С.Ф., Чехмир А.С. Взаимодействие водорода с магматическими расплавами. Эксперимент в решении актуальных задач геологии. – М.: Наука, 1986. – С. 48–69.
19. Ронов А.Б. Распространение базальтов, андезитов и риолитов на континентах, их окраинах и в океанах. // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1985. – № 8. – С. 3–11.
20. Самойлов О.Я. // Докл. АН СССР. – Т. 20. – 1946. – С. 1411–1414.
21. Самойлов О.Я. Структура водных растворов электролитов и гидратация ионов. – М., 1957.
22. Синюков В.В. Вода известная и неизвестная. – М.: Знание, 1987.
23. Степанов Н.Ф. Потенциальные поверхности и химические реакции. – 1996. – № 10. – С. 33–41
24. Степанов Н.Ф. Химическая связь в простых двухатомных молекулах. – 1998. – № 10. – С. 37–43.
25. Хори Р. Морская химия (структура воды и химия гидросферы). – М.: Мир, 1972. – 400 с.
26. Шаубергер В. Энергия воды. – М.: Яуза, Эксмо, 2007. – 320 с.
27. Frank H.S., Wen W.Y. Discuss Faraday Soc. – V. 24. – 1957. – P. 133
28. http://alterall.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=82&limit=1&limitstart=1.
29. <http://www.cnews.ru/news/top/index.shtml?2005/03/23/176162>.
30. <http://www.scorcher.ru/art/chemistry/chemistry1.php>.
31. Pauling L. The Hydrogen Bonding / Ed. D. Hadji. – L., 1959. – P. 1–6.

Статья поступила в редакцию 12.10.2015 г.

Shekhovtsov S.V., Novichenko V.G.

Water and time

It is a scientific-popular cultural essay on water. The authors have attempted to combine ancient and modern views on the water and tried to create a complete picture of understanding the properties of water.

Key words: water, health, biophysics, water structure, history, culture.