

УДК 539.216.2:539.3

**О СЛЕДСТВЕННО-ПРИЧИННЫХ ОСНОВАХ  
МЕТАСТАБИЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОБЪЕМНОЙ ВОДНОЙ СРЕДЫ**

А.А.Болысбек, У.Бестереков, В.К.Бишимбаев  
ЮКГУ им. М.Ауезова, г. Шымкент

Как известно, вода жизненно необходима для всей живой природы. Она вездесуща. Вместе с тем многие ее свойства на сегодня не получили всеобщего признания, остаются загадкой.

Одним из таких свойств воды является ее неравновесное метастабильное состояние, наиболее ярко наблюдаемое в зависимости от температуры. Надежно установлено [1-4], что последствия метастабильного состояния воды проявляют себя в области температур 4, 15, 30, 45,

80, 140, 165, 205, 270<sup>0</sup>С. Предполагается, что причина наблюдаемых при указанных температурах аномалий свойств воды свидетельствует о наличии в воде структурных превращений [5] и заключается в фазовых переходах высшего порядка в структурных элементах воды [2]. Вместе с тем подобные суждения научно - теоретически не обоснованы.

Анализ современного состояния знаний по теории строения конденсированных фаз жидкостей и растворов показывает [6-8], что в искомой области науки на сегодня достигнуты достаточно скромные результаты. На сегодня в теории жидких фаз существует два направления. На основе ставшей уже классической феноменологической теории удается лишь описать установленные факты и наблюдаемые явления на основе соотношений между макроскопически измеряемыми величинами. В этом отношении методы феноменологической теории аналогичны методам термодинамики. Они в пределах экспериментальных ошибок дают удовлетворительные для инженерной практики соотношения между свойствами жидких фаз, однако не позволяют детально изучить механизм массопереноса на молекулярном уровне.

Наибольшее значение как для теоретических исследований, так и для практических задач имеет вторая, так называемая молекулярная теория явлений переноса в конденсированных системах, отличительная особенность которых сводится к тому, что здесь связи структуры жидкой фазы со свойствами ее структурных составляющих отводится первостепенное значение. При описании жидкого состояния с позиции этой теории учитываются вероятности различных распределений молекул, рассматриваются силы межмолекулярного взаимодействия, возникающие между молекулами, и определяется влияние этих сил на структуру жидкости.

На современном этапе достигнутый уровень молекулярной теории жидкости также, главным образом, сводится к объяснению экспериментальных результатов, а не к предсказанию новых свойств. Даже в применении к самым простым, так называемым нормальным жидкостям, состоящим из отдельных, жесткой сферической конфигурации атомов, эта теория не дает удовлетворительных в плане опережения экспериментов результатов, если не использовать некоторые допущения. При этом соотношения, полученные для жидкостей, состоящих из многоатомных несферических молекул, очень сложны, и выводы из них, касающиеся структуры этих жидкостей, носят в основном качественный характер. Вместе с тем, на сегодня на основе достижений молекулярной теории жидкости сделан ряд существенной научной значимости обобщений и выводов. В частности, более не вызывают возражений нижеследующие положения. Конденсированные системы могут быть подразделены на простые, сложные и квантовые. При этом под простыми приняты жидкие системы, состоящие из сферической формы многоатомных молекул. Как в простых, так и в сложных конденсированных фазах тепловое движение их структурных составляющих и закономерности их распределения подчиняются соответственно законам классической механики и статистике нормального распределения Максвелла – Больцмана, т.е. состояние любого структурного элемента жидкой системы однозначно определяется его пространственными координатами и составляющими импульсов. Как координаты структурных элементов жидкой системы, так и импульсы могут меняться непрерывно. Поэтому для любой структурной частицы жидкости возможны различные состояния, бесконечно мало отличающиеся друг от друга координатами, импульсами и энергиями. В основе всего этого лежит то, что структурным элементам простых и сложных жидких систем, представляемым однородными атомами или многоатомными частицами, характерны так называемые корпускулярные свойства. Как известно, любая совокупность материальных микро- или макрочастиц в условиях, когда тепловая длина волны  $\lambda_T$  сравнима со средним расстоянием между ними, проявляет также волновые свойства, для оценки которых применимы закономерности квантовой статистики. Подобные жидкие системы, кинетические и энергетические характеристики структурных элементов которых подчиняются закономерностям квантовой статистики Ферми-Дирака, получили название квантовых жидкостей [9-11]. На сегодня принято считать, что квантовые жидкости – одна из широко распространенных форм существования материи во вселенной. Характерная особенность таких, так называемых ферми-жидкостей, заключается в том, что в квантовом состоянии их структурные элементы заполняют все состояния с импульсами, меньшими некоторого граничного значения  $P_F$ . Состояния с большими, чем  $P_F$ , импульсами не заполнены. Здесь в декартовой системе координат по координатным осям откладываются  $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ -компоненты импульсов молекул жидкости, образуя импульсное пространство, в котором роль координат

роль координат играют импульсы. Подобным образом заполненное состояние в импульсном пространстве представляет собой сферу с радиусом  $R_f$ . По Ландау, в квантовых ферми-жидкостях в пределах импульсных сферических пространств, ограниченных радиусом действия граничного значения импульса  $R_f$ , все молекулы жидкости взаимодействуют со всеми остальными. Поэтому квантовые жидкости состоят из определенной совокупности молекул, так называемых «квазичастиц». Квазичастицам присущи вполне определенный импульс и эффективная масса  $m^*$ . Согласно Ландау, в объеме квантовых ферми-жидкостей число квазичастиц пропорционально температуре, а их средняя энергия пропорциональна  $KT$ .

В настоящей работе излагаются результаты изучения свойств объемной воды с позиции кванвостатистических представлений и полученные данные сопоставляются с известными сведениями. Установлено [12,13], что в объемной водной среде основная часть молекул воды, кинетическая энергия которых ниже характерного для данного температурного режима уровня ферми-потенциала, заключена в координационные сферы ферми-поверхность образующих водных молекул в определенной последовательности, формируя в каждом 3 – мерном пространстве импульсов постоянной энергии изотропные структурные образования сферической конфигурации с вполне определенным числом элементарных водных молекул в каждой координационной сфере и в объеме отдельной ферми-поверхности в целом. При этом в интервале температуры от  $t=2^{\circ}C$  до  $t=273^{\circ}C$  водные ферми-молекулы могут иметь 9 целочисленных стационарных энергетических уровней с полностью заполненными необходимым числом водных молекул внешними координационными сферами (таблица 1). Результаты квантомеханических вычислений также показали, что, в зависимости от  $t$ , энергетические уровни водных ферми-молекул могут иметь как целые, так и дробные значения. Причем их дробные значения имеют место во всем температурном интервале от 0 до  $273^{\circ}C$  в температурных промежутках  $1,95-10,8^{\circ}C$ ;  $10,8-26,8^{\circ}C$ ;  $26,8-50^{\circ}C$ ;  $50-80,3^{\circ}C$ ;  $80,3-117,7^{\circ}C$ ;  $117,7-162,3^{\circ}C$ ;  $162,3-214,1^{\circ}C$ ;  $214,1-273^{\circ}C$ . При этом в интервале температуры от  $1,95-10,8^{\circ}C$  с ростом температуры численность водных молекул во внешней 8-ой координационной сфере постепенно уменьшается от 48, достигая в пределе 42. Тогда как в интервале  $10,8-26,8^{\circ}C$  подобный процесс начинается с 42 водных молекул и завершается 36 молекулами. Аналогичные явления будут иметь место и в последующих температурных интервалах от  $26,8$  до  $273^{\circ}C$ . С понижением температуры от  $273^{\circ}C$  до  $1,95^{\circ}C$  будет наблюдаться обратная картина.

Таблица 1 - Температурная зависимость энерго-количественных показателей водных ферми-молекул

Энергетический уровень	Координационное число, N	Число водных молекул во внешних координационных сферах	Температура, $^{\circ}C$
1	8,0	48	1,95
2	7,0	42	10,8
3	6,0	36	26,8
4	5,0	30	50,0
5	4,0	24	80,3
6	3,0	18	117,7
7	2,0	12	162,3
8	1,0	6	214,1
9	0,0	0	273,0

Выше отмеченные факты объяснимы уровнем ферми-потенциалов водных ферми молекул, в свою очередь обусловленных числом полувольт де Бройля. Кратным двум и целым числам полувольт де Бройля от 0 до 16 соответствуют целочисленные стационарные энергетические уровни с полностью заполненными необходимым числом водных молекул внешними координационными сферами. При всех дробных значениях чисел полувольт де Бройля в указанном выше интервале соответствующие внешние координационные сферы водных ферми молекул недостаточно полно заполнены и этим обуславливается неравновесное метастабильное состояние воды в температурных промежутках  $1,95-10,8^{\circ}C$ ;  $10,8-26,8^{\circ}C$ ;  $26,8-50^{\circ}C$ ;  $50-80,3^{\circ}C$ ;  $80,3-117,7^{\circ}C$ ;  $117,7-162,3^{\circ}C$ ;  $162,3-214,1^{\circ}C$ ;  $214,1-273^{\circ}C$ . Как видно, указанные промежутки достаточно близки известным температурным областям 4, 15, 30, 45, 80, 140, 165, 205,  $270^{\circ}C$ , при

которых, как отмечено выше, достаточно достоверно были установлены метастабильные состояния воды, не получившие научного объяснения.

Таким образом, на наш взгляд, неравновесное метастабильное состояние воды имеет вполне научную причинно-следственную основу и представляет собой результат температурных структурно-релаксационных превращений, обусловленных уровнем ферми-потенциалов водных ферми-молекул.

### Литература

- 1 Drost-Hansen W. Temperature anomalies in the properties of liquid waters. - "Phys.Rev.", 1955, V.100, №6.
- 2 Drost-Hansen W. Equilibrium concepts in natural systems. Washington, 1967.-P.70-120.
- 3 Овчинников Л.Н., Масалович А.М. Полиморфизм воды и его роль в гидротермальном минералообразовании //Роль минералогии и смежных дисциплин в развитии минерально-сырьевой базы СССР. Кратк.тез.докл. к съезду Всесоюз.минер.об-ва.- Л., 1976.
- 4 Летников Ф.А., Минцис А.Ш., Киселев А.Б. К вопросу о метастабильном состоянии воды. В кн. Физическая активация водных систем и биологических объектах.- Л.: АФИ, 1979.- С. 125-134
- 5 Кисловский Л.Д., Пучков В.В. Метастабильные структуры в водных растворах. – В кн.: Вопросы теории и практики магнитной обработки воды и водных систем.- М.:Цветметинформация, 1971.
- 6 Шапаронов М.И. Введение в современную теорию растворов.- М.: Высшая школа, 1976.-296 с.
- 7 Эрдеи-Груз Т. Явления переноса в водных растворах/Пер с англ.-М.: Мир, 1976.-596 с.
- 8 Пригожин И.Р.Молекулярная теория растворов/Пер. с англ.- М.: Металлургия, 1990.-360 с.
- 9 Ландау Л. Д. ЖЭТФ, 30, 1058, 1956; 32.59, 1957.
- 10 Абрикосов А.А., Горьков Л.П., Дзялошинский И.Е. Методы квантовой теории поля в статической физике.- М.: Физматгиз, 1962.
- 11 Пайнс Д., Нозьер Ф. Теория квантовых жидкостей.-М.: Мир, 1967.
- 12 Бестереков У.Б., Бишимбаев В.К., Болысбек А.А., Бестереков Е.У. Характерные особенности состава и физико-химических свойств объемной водной среды в свете квантово-статистических представлений о ее структуре //Доклады НАН РК.- №5.-2004.- С. 40-45.
- 13 Бестереков У.Б., Бишимбаев В.К., Молдабеков Ш.М. Основы пленочной модели мембранного разделения водных смесей и ее молекулярно-кинетические аспекты. Монография.- Алматы, 2004.-127с.

### Қорытынды

Ғылыми жұмыста судың айнымалық калпы туралы жаңа ғылыми іс-тәжірибелік маңызды нәтижелер мен пікірлер кванттықстатистикалық көзқарас тұрғысында келтірілген.

### Summary

In job the results and judgements about investigation-reason bases metastable of a condition of volumetric water environment in light kwant-statistical of representations are given of the newest important scientific - practical importance.