

## О ВОЗМОЖНОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ КЛАСТЕРОВ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

© Джамбулатов Роман Суламбекович (а), Альтемиров Магомед Алхазурович (б)

(а) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный. Чеченский государственный университет, Российская Федерация, г. Грозный; asldzam@mail.ru

(б) Комплексный научно-исследовательский институт им. Х.И. Ибрагимова Российской академии наук, Российская Федерация, г. Грозный

**Аннотация.** Исследована возможность образования кластеров в области сильного разбавления водных растворов органических веществ и их воздействия на величину поверхностного натяжения двойных и многокомпонентных систем. Установлено, что на изотермах поверхностного натяжения разбавленных растворов органических веществ отсутствуют какие-либо особенности, свидетельствующие о наличии в поверхностном слое кластеров.

**Ключевые слова:** Поверхностное натяжение, кластеры, поверхностный слой, растворы.

## ON THE INFLUENCE OF CLUSTERS ON THE SURFACE PROPERTIES OF AQUEOUS SOLUTIONS OF ORGANIC SUBSTANCES

© Dzhambulatov Roman Sulambekovich (a), Altemirov Magomed Alkhazurovich (b)

(a) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny. Chechen state university, Russian Federation, Grozny; asldzam@mail.ru

(b) Kh. Ibragimov Complex Institute of the Russian Academy of Sciences, Russian Federation, Grozny.

**Abstract.** The possibility of cluster formation in the region of strong dilution of aqueous solutions of organic substances and their effect on the surface tension of binary and multicomponent systems has been investigated. It was found that the isotherms of the surface tension of dilute solutions of organic substances lack any features indicating the presence of clusters in the surface layer.

**Key words:** Surface tension, clusters, surface layer, solutions.

Исследования поверхностных свойств растворов с малыми добавками примесей позволяют исследовать процессы, связанные с самоорганизацией молекул и атомов на поверхности раствора, а также влияние поверхностной сегрегации на ход изотерм поверхностного натяжения растворов. Устоявшимся является мнение, что в растворе могут присутствовать кластеры, оказывающие значительное воздействие на зависимость целого ряда физико-химических свойств от температуры и концентрации раствора, в том числе, на характер изотерм и политерм поверхностного натяжения. Однако эта гипотеза не подтверждена серьезными экспериментальными исследованиями. Целью данной работы является попытка решить вопрос о наличии или отсутствии кластеров в поверхностном слое растворов, содержащих органические компоненты.

С другой стороны, измерения поверхностного натяжения растворов органических веществ актуальны, поскольку органические компоненты влияют на свойства поверхности.

В отличие от высоконцентрированных растворов, значения поверхностного натяжения растворов, содержащих небольшие добавки органических компонентов, изучены недостаточно. В связи с этим исследования, представленные в данной работе, имеют определенный научный и практический интерес.

Согласно [3], добавка небольшого количества второго компонента (0.01 – 0.1 ат. %) приводит к возникновению новых кластеров, содержащих атомы первого компонента. Данные кластеры могут содержать 100 – 1000 атомов, и являться термодинамически устойчивыми структурами, способными длительное время существовать в широком диапазоне температур выше точки ликвидуса. Концентрация и величина образовавшихся структур, по мнению авторов [3], в расплаве зависят от природы примесных компонентов и их составов.

Данный процесс существенно отличается от стандартного механизма модифицирования металлов. Отличия обусловлены тем, что при добавке второго компонента происходят изменения в росте уже вновь образовавшихся кристаллов, являющихся центрами фазового превращения.

По мнению [4], при достижении вторым компонентом концентрации равной 1 ат. % и более, примесные кластеры взаимодействуют между собой с последующим разрушением структуры. Тем не менее, на микроуровне расплав не переходит в однородное состояние. При взаимодействии разнородных атомов может происходить упорядочивание структуры, принятое называть сортовым ближним порядком. В случае, когда энергия связи между односортовыми атомами превышает энергию связи между разнородными атомами, могут образоваться кластеры, в основном из атомов одного сорта. В обратном случае каждый атом одного сорта будет ассоциироваться с атомами другого сорта. При увеличении концентрации второго компонента, система может оставаться однородной на макроскопическом уровне, проходя через последовательную стадию изменений, приводящую к сортовому упорядочению атомов. Данные изменения могут происходить в относительно небольшом диапазоне концентраций, и от завершенности данного процесса будет зависеть и структура металла [3].

Авторами [4] получены политермы поверхностного натяжения системы олово-свинец. Как видно из полученных данных, на политермах зависимости  $\sigma(x)$  образуются осцилляции величины поверхностного натяжения. Данные осцилляции объясняются образованием и последующим разрушением группировок  $\text{Sn}_4\text{Pb}$ ,  $\text{Sn}_5\text{Pb}$ .

По мнению авторов, [4] обнаруженные осцилляции на изотермах поверхностного натяжения можно объяснить процессом упорядочения структуры атомов в поверхностном слое расплава. Процесс самоорганизации структуры поверхности может воспроизводить устоявшуюся структуру по мере роста концентрации. Описанные осцилляции на изотермах поверхностного натяжения в системе Pb - Sn обнаружены авторами [4], в то время как в работе [2] показано отсутствие данных осцилляций.

По мнению авторов, [6] агрегатное состояние поверхностного слоя чистого вещества, отличается от агрегатного состояния данного вещества в объеме. В этом отношении, механизм образования границы раздела фаз можно рассматривать, как фазовый переход жидкости в твердое состояние.

Как уже отмечено выше, концентрационная зависимость поверхностного натяжения расплавов олово-свинец изучена многими авторами [1,2,4] Однако вопрос о наличии подобных осцилляций, на наш взгляд, остается дискуссионным. Поэтому причины появления этих осцилляций требуют специального изучения.

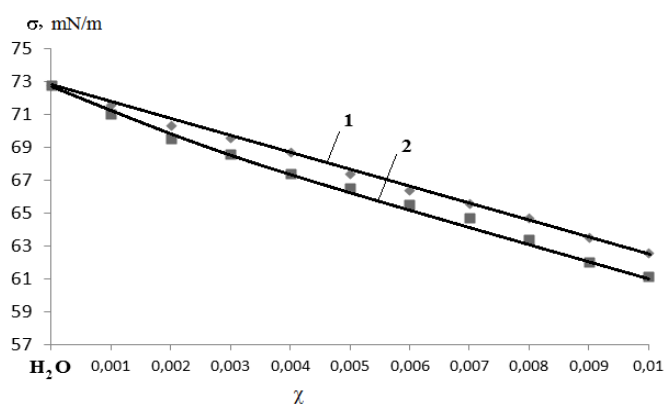
Мы рассмотрели примеры проявления особенностей в поверхностном слое на основе металлических систем. В большинстве случаев подобные особенности обнаружены в сильно разбавленных растворах на основе железа [4]. На наш взгляд, представляют интерес исследования, направленные на выявление возможности образования подобных кластеров в поверхностном слое растворов органических веществ и их влияния на изотермы поверхностного натяжения этих растворов.

Для этих целей нами изучены концентрационные зависимости поверхностного натяжения органических растворов: вода – ацетон; вода – уксусная кислота; вода – уксусная кислота – ацетон в области сильного разбавления. Полученные результаты представлены на рис. 1.

Измерение поверхностного натяжения исследуемых объектов осуществлялось с помощью методов висящей и лежащей капли [5] на тензиометре DSA-100 (систематическая ошибка измерения 0,5 %).

Термостатирование исследуемых образцов осуществлялось в камере с помощью термостата «НААКЕ-К10» (погрешность  $\pm 0.1$  К).

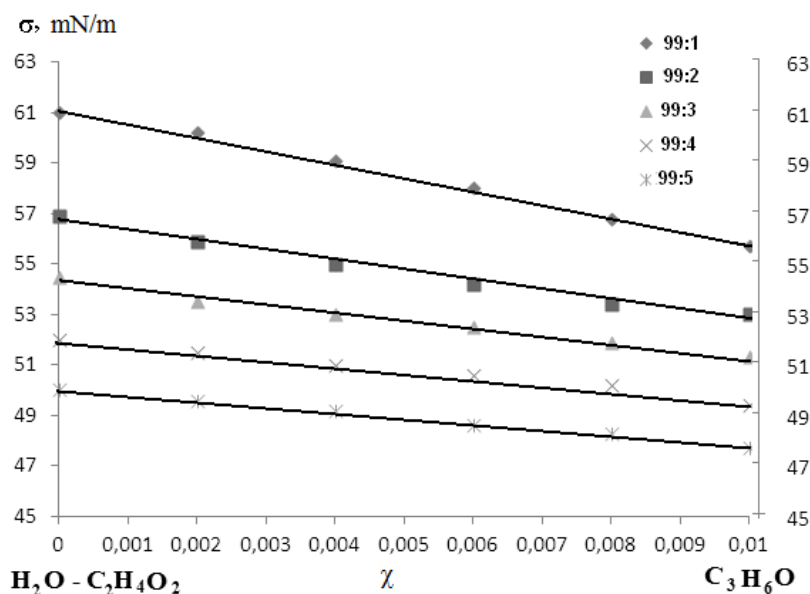
Плотность исследованных образцов измерена на плотномере ВИП-2 МР. Ошибка измерения плотности не превышает  $0.001$  г/см<sup>3</sup>. Используемые для исследований органические вещества соответствовали степени чистоты «х.ч.»



**Рис. 1.** Зависимость поверхностного натяжения от молярных долей системы: 1- вода – уксусная кислота; 2- вода-ацетон.  $T=293$ К

Как видно из рис. 1, изотермы представляют собой гладкие кривые. Каких-либо особенностей на изотермах поверхностного натяжения не выявлено. Как видно из этих данных, при добавке незначительного количества второго компонента (уксусная кислота, ацетон) наблюдается снижение величины поверхностного натяжения, т.е. проявляют поверхностную активность по отношению к воде.

На рис. 2 представлены данные по концентрационной зависимости поверхностного натяжения трехкомпонентных растворов органических веществ.



**Рис. 2.** Зависимость поверхностного натяжения от концентрации

ацетона в трехкомпонентной системе (вода - уксусная кислота - ацетон).

Состав тройного раствора меняется по лучевому сечению с постоянным отношением молярных долей воды к молярным долям уксусной кислоты  $X_{\text{воды}}:X_{\text{ук.кисл}}=\text{const}$

Как видно из этого рисунка, изотермы поверхностного натяжения при добавлении третьего компонента (ацетона) в области сильного разбавления (до 0,01 мол. доли), как для двойных систем, представляют собой гладкие кривые без каких-либо особенностей, которые указывали бы на процессы самоорганизации молекул в поверхностном слое раствора.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алчагиров Б. Б., Куршев О. И., Таова Т. М. Поверхностное натяжение олова и сплавов со свинцом // Журнал физической химии. 2007. В. 81. № 8. С. 1453-1457.
2. Алчагиров, Б.Б. Чочаева А.М., Таова Т.М. Влияние малых примесей свинца на поверхностное натяжение олова. Вестник КБГУ. Сер. Физическая. Нальчик: КБГУ 2001. № 6. С. 20-21.
3. Бродова И.Г., Попель П.С. Расплавы как основа формирования структуры и свойств алюминиевых сплавов. Екатеринбург: 2005. 369 с.
4. Губенко, А.Я. Влияние примесей на объемные и поверхностные свойства жидких сплавов. Известия АН СССР // Металлы. 1986. С. 25-29.

5. Дадашев Р.Х., Джамбулатов Р.С. Измерение поверхностного натяжения методом висящей капли на тензиометре DSA-100. Грозный: Труды КНИИ РАН, 2011. №5. С. 3-7.
6. Сумм, Б.Д., Иванова, М.И. Объекты и методы коллоидной химии и нанохимии // Успехи химии. 2000. В. 59. №. 11. С. 995-1008.

#### REFERENCES

1. Alchagirov BB, Kurshev OI, Taova TM Surface tension of tin and alloys with lead // Journal of Physical Chemistry. 2007. V. 81. № 8, Pp. 1453-1457.
2. Alchagirov, B.B. Chochaeva A.M., Taova T.M. Influence of small impurities of lead on the surface tension of tin. Bulletin of KBSU. Ser. Physical. Nalchik: KBSU 2001. № 6. Pp. 20-21.
3. Brodova I.G., Popel P.S. Melts as the basis for the formation of the structure and properties of aluminum alloys. Yekaterinburg: 2005. 369 p.
4. Gubenko, A. Ya. The influence of impurities on the bulk and surface properties of liquid alloys. Proceedings of the USSR Academy of Sciences // Metals. 1986. Pp. 25-29.
5. Dadashev R.Kh., Dzhambulatov R.S. Measurement of surface tension by the hanging drop method on the tensiometer DSA-100. Grozny: Proceedings of the KNII RAS, 2011. № 5. Pp. 3-7.
6. Summ, B.D., Ivanova, M.I. Objects and methods of colloidal chemistry and nanochemistry // Advances in chemistry. 2000. V. 59. № 11. Pp. 995-1008.