

УДК 539.216.2:539.3

Г. А. КАМБАРОВА, У. Б. БЕСТЕРЕКОВ, Е. У. БЕСТЕРЕКОВ

**О ВЛИЯНИИ КОНЦЕНТРАЦИИ И ХАРАКТЕРНЫХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ВЯЗКОСТЬ И
ПЛОТНОСТЬ ВОДНО-ЭЛЕКТРОЛИТНЫХ СИСТЕМ**

In this paper results of researches of influence of concentration, radius and density of ions' charge on changing of viscosity and density of water solutions of a number binary electrolytes of types 1-1, 1- 2, 2-1, 2-2 are given. The concentration of dissolved substances, radius and charge of ion components has the great influence on character of changing of viscosity and density of water-salt systems. At $T=\text{const}$ the viscosity and density of researched solutions increase because of quantitative rising of hydrogenated ions in volume of solution. At the same concentrations geometric sizes of hydrogenated ions are changed depending on their radius and charge density, and it has an accordingly effect on character of changing of viscosity and density.

В настоящее время разработано большое разнообразие химико-технологических процессов, значительная часть которых осуществляется в жидкофазных системах, представляющих собой в значительной части водно-электролитные смеси. Как было отмечено ранее нами [1], все режимные технологические параметры любой технологии, практически всех ее стадий, первостепенно определяются физико-химическими и иными свойствами как каждой составляющей технологических растворов, так и таковыми самих растворов. Поэтому на сегодня в широкодоступной справочной литературе накоплено огромное количество экспериментального материала, отражающего характер изменения большого многообразия физико-химических и других свойств растворов в широком диапазоне изменения ряда определяющих внешних факторов – температура, концентрация, в частности [2,3].

Технологические режимы и параметры любых процессов, протекающих в водно-электролитных системах, устанавливаются на

основе их концентрационных, плотностных, вязкостных и ряда тепловых свойств. Современный уровень знаний о теории и практике химической технологии неорганических веществ свидетельствует о том, что все еще не достаточно обоснованно и полно раскрыта причинно-следственная сущность влияния основных внешних факторов на характер изменения вязкости, плотности, теплоемкости и теплопроводности водных растворов электролитов. Известные литературные данные в этом отношении в основном дают лишь качественные объяснения с позиции сил межмолекулярного взаимодействия, закономерностей химической кинетики, гидростатики, гидравлики и они, по нашему мнению, недостаточно полно и научно раскрывают их суть [4,5].

В этой связи задачи настоящей работы сводились к установлению новейших качественно-количественных суждений о природе и характере изменения основных физико-химических свойств водных растворов электролитов в зависимости от температуры и концентраций, разработке на их основе принципиально нового квантово-волнового подхода к разъяснению их сути [6]. В основе целевых исследований использованы современные представления о структуре воды и водных систем. При этом в качестве базовых сведений использованы достоверные количественные данные физико-химических показателей ряда водно-электролитных систем.

На основе разработанных нами ранее квантово-волновых представлений о структуре водно-электролитных смесей, а также с учетом известных сведений о радиусе [7] и расчетных значений плотности зарядов ионных компонентов растворов (таблица 1) выполнен анализ характера изменения вязкости и плотности некоторых бинарных электролитов типов 1-1, 1-2, 2-1, 2-2 в широком диапазоне изменений концентрации при $T=\text{const}$ (таблица 2).

Результаты графической обработки вязкостных и плотностных показателей отдельных представителей исследованных водно-электролитных смесей типов: **1-1** ($H_2O - LiCl$, $H_2O - NaCl$, $H_2O - KCl$, $H_2O - CsCl$, $H_2O - LiI$, $H_2O - NaI$, $H_2O - KI$, $H_2O - CsI$); **1-2** ($H_2O - Li_2SO_4$, $H_2O - Na_2SO_4$, $H_2O - K_2SO_4$); **2-1** ($H_2O - CoCl_2$, $H_2O - NiCl_2$, $H_2O - MgCl_2$, $H_2O - MnCl_2$, $H_2O - FeCl_2$, $H_2O - ZnCl_2$, $H_2O - Mg(NO_3)_2$, $H_2O - Pb(NO_3)_2$, $H_2O - Cd(NO_3)_2$, $H_2O - Sr(NO_3)_2$, $H_2O - Mn(NO_3)_2$); **2-2** ($H_2O - MnSO_4$, $H_2O - ZnSO_4$, $H_2O - CdSO_4$, $H_2O - CuSO_4$, $H_2O - FeSO_4$, $H_2O - MgSO_4$) при $T=const=20^{\circ}C$ представлены на рисунках 1,2. Другие изученные водно-солевые системы дают аналогичные зависимости.

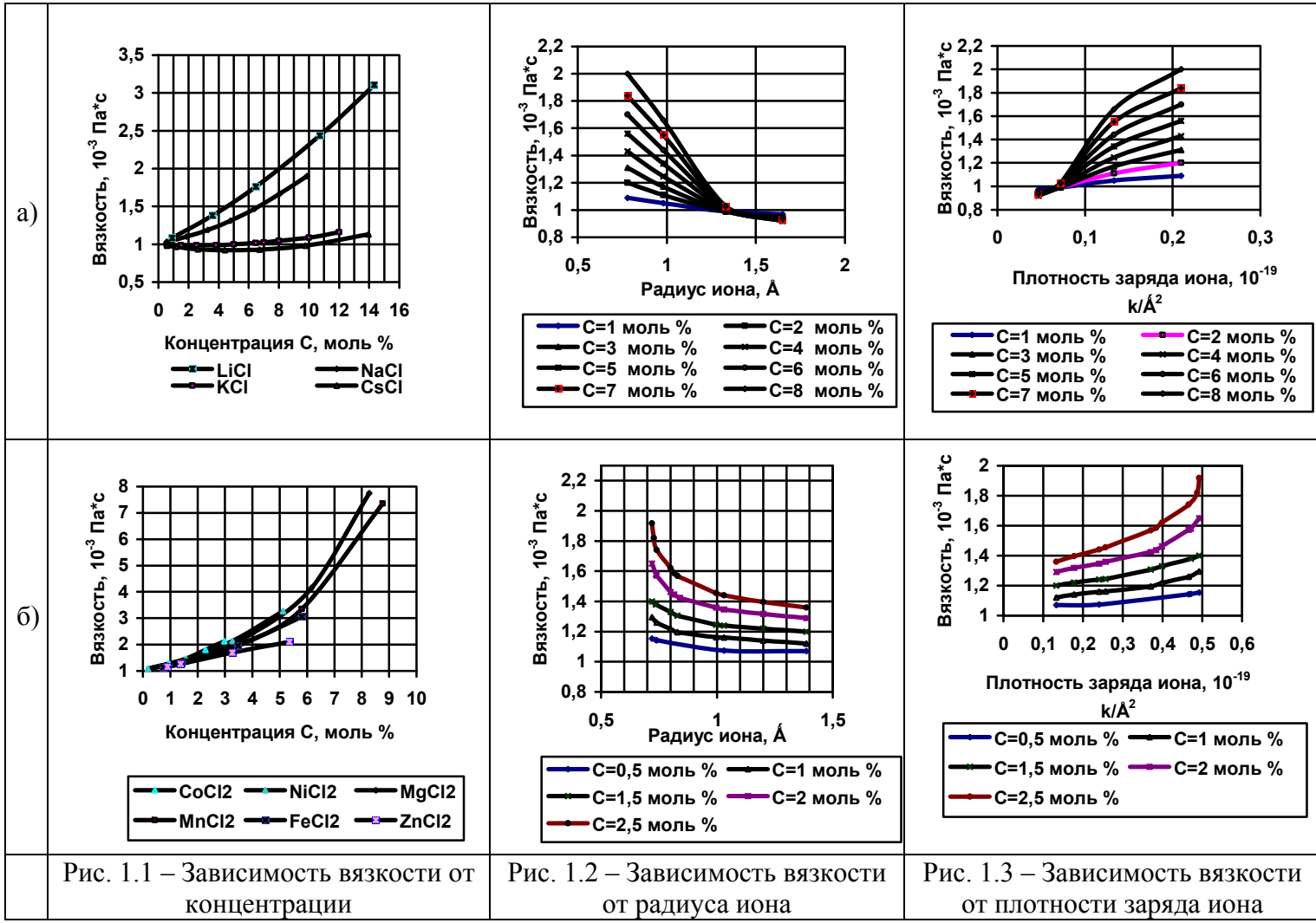
Таблица 1 . Радиус и поверхностная плотность зарядов ионов

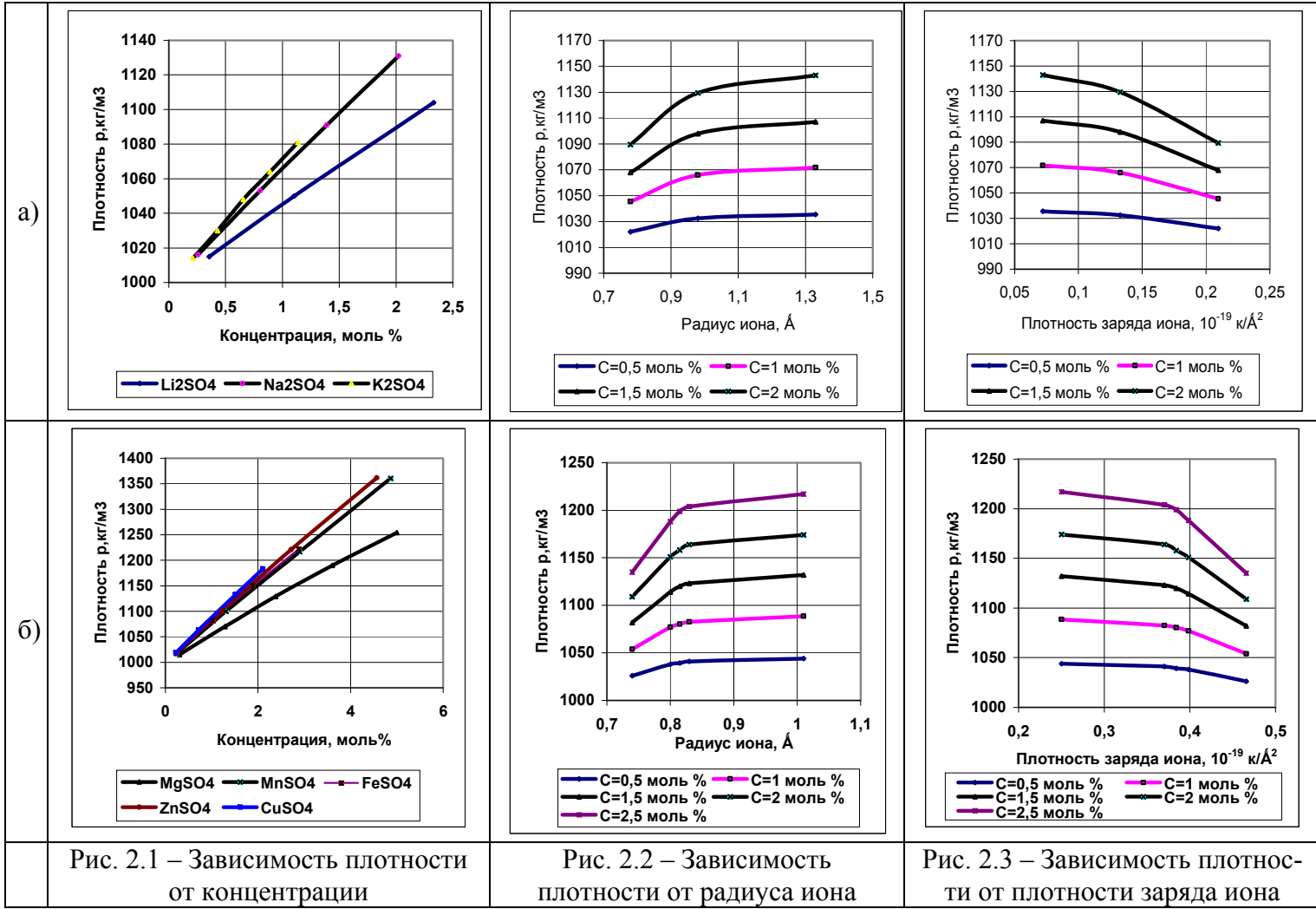
Наименование ионов	Радиус ионов, Å	Поверхностная плотность зарядов ионов, $\kappa/\text{Å}^2$	Наименование ионов	Радиус ионов, Å	Поверхностная плотность зарядов ионов, $\kappa/\text{Å}^2$
Li^{+}	0,780	0,2096	Fe^{+2}	0,815	0,3841
Na^{+}	0,980	0,1328	Zn^{+2}	0,830	0,3703
K^{+}	1,330	0,0721	Cd^{+2}	0,997	0,2566
Rb^{+}	1,490	0,0574	Cu^{+2}	1,010	0,2501
Cs^{+}	1,650	0,0468	Ca^{+2}	1,030	0,2405
Co^{+2}	0,720	0,4921	Sr^{+2}	1,200	0,1772
Ni^{+2}	0,736	0,4709	Pb^{+2}	1,320	0,1464
Mg^{+2}	0,740	0,4659	Ba^{+2}	1,387	0,1326
Mn^{+2}	0,800	0,3986			

Таблица 2. Диапазон изменений концентраций исследованных водно-электролитных смесей

Водно-электролитные растворы	Концентрация растворов, моль %	Водно-электролитные растворы	Концентрация растворов, моль %
$H_2O - LiCl$	0,05÷14,35	$H_2O - Pb(NO_3)_2$	0,01÷2,07
$H_2O - NaCl$	0,03÷9,87	$H_2O - CoCl_2$	0,01÷2,98
$H_2O - KCl$	0,03÷6,48	$H_2O - NiCl_2$	0,01÷5,58
$H_2O - CsCl$	0,01÷13,95	$H_2O - MgCl_2$	0,02÷8,27
$H_2O - LiI$	0,01÷14,09	$H_2O - MnCl_2$	0,01÷8,77
$H_2O - NaI$	0,01÷15,27	$H_2O - FeCl_2$	0,01÷5,81
$H_2O - KI$	0,01÷11,66	$H_2O - ZnCl_2$	0,01÷23,5
$H_2O - CsI$	0,01÷4,31	$H_2O - CdCl_2$	0,01÷7,58

H ₂ O – Li ₂ SO ₄	0,02÷3,93	H ₂ O - CaCl ₂	0,02÷3,4
H ₂ O - Na ₂ SO ₄	0,01÷2,02	H ₂ O - SrCl ₂	0,01÷14,61
H ₂ O - K ₂ SO ₄	0,01÷2,27	H ₂ O - BaCl ₂	0,01÷2,84
H ₂ O – Co(NO ₃) ₂	0,01÷7,46	H ₂ O – CoSO ₄	0,01÷4,32
H ₂ O - Ni(NO ₃) ₂	0,01÷6,17	H ₂ O – NiSO ₄	0,01÷3,93
H ₂ O - Mg(NO ₃) ₂	0,01÷7,49	H ₂ O – MgSO ₄	0,02÷3,18
H ₂ O – Mn(NO ₃) ₂	0,01÷6,29	H ₂ O – MnSO ₄	0,01÷6,04
H ₂ O - Zn(NO ₃) ₂	0,01÷5,96	H ₂ O – FeSO ₄	0,01÷2,88
H ₂ O - Cd(NO ₃) ₂	0,01÷0,24	H ₂ O – ZnSO ₄	0,01÷5,67
H ₂ O - Cu(NO ₃) ₂	0,01÷8,76	H ₂ O – CdSO ₄	0,01÷4,45
H ₂ O - Ca(NO ₃) ₂	0,01÷9,89	H ₂ O – CuSO ₄	0,01÷2,10
H ₂ O - Sr(NO ₃) ₂	0,01÷5,37		





Данные рисунков 1, 2 показывают:

1. Вязкость и плотность водно-электролитных систем при $T=\text{const}$ с ростом концентрации увеличиваются. Для всех типов изученных водно-электролитных смесей характерно то, что при наличии в составе растворенных солей одинаковых анионов при одной и той же концентраций раствора, чем меньше радиус катиона, тем больше вязкость, и наоборот тем меньше плотность раствора (рисунки 1.1 а,б, 2.1 а,б);
2. На вязкостные и плотностные характеристики водно-электролитных систем при $T=\text{const}$ влияет радиус катионов. Для всех типов изученных водно-электролитных смесей характерно то, что с ростом радиуса ионов (в данном случае катионов), во всех случаях, когда концентрация водно-электролитных смесей постоянна и в случаях когда в них присутствуют одни и те же анионные компоненты, вязкость растворов снижается, а плотность увеличивается (рисунки 1.2 а,б, 2.2 а,б);
3. Как следует из данных рисунков 1.3 а,б, 2.3 а,б на вязкостные и плотностные характеристики водно-электролитных систем в случаях одинаковых анионных компонентов при одной и той же концентрации раствора влияет также плотность заряда катионов. Для всех типов изученных водно-электролитных смесей характерно то, что с ростом плотности заряда катионов вязкость растворов возрастает, а плотность понижается.

Как видно, на характер изменения вязкостных и плотностных показателей водно-солевых систем определяющее влияние оказывают концентрация растворенных веществ, радиус и заряд ионных компонентов. Для всех случаев при $T=\text{const}$ рост вязкости и плотности растворов следует понимать как результат количественного увеличения в объеме раствора гидратированных ионов с концентрацией. Характер изменения вязкости и плотности изученных водно-электролитных систем при одной и той же

концентрации растворов от радиуса и плотности заряда иона (в данном случае катиона) свидетельствует о том, что чем меньше радиус и соответственно больше плотность заряда иона, тем более высока степень координации ионов водными молекулами. При этом геометрические размеры гидратированных ионов увеличиваются и это влияет на повышение вязкости и уменьшение плотности раствора за счет увеличения объема свободных пространств между крупногабаритными водно-электролитными комплексами (рисунки 1.1 а-г, 2.1 а,б). Наблюдаемые на рисунках 1.2 а,б, 2.2 а,б, 1.3 а,б и 2.3 а,б результаты, которые получены в условиях, когда несколько растворов отличаются по концентрации, однако концентрация каждого отдельного раствора постоянна, показывают, что геометрические размеры гидратированных ионов в зависимости от их радиуса и плотности заряда изменяются, и это соответствующим образом отражаются на характерах изменения вязкости и плотности.

На основе вышеприведенных результатов анализа характеров изменений вязкостных и плотностных показателей изученных водно-электролитных смесей можно заключить, что водно-электролитная среда представляет собой некую молекулярно-кинетическую систему, состоящую из гидратированных ионов, так называемых водно-электролитных комплексов определенной конечной степени координации. Водно-электролитные комплексы строго трехмерны, имеют характерные формы, габариты и при установившемся режиме достаточно стабильны. На параметры и показатели гидратированных ионов определяющим образом влияют концентрация, радиус и плотность заряда ионных компонентов раствора и они в свою очередь отражаются на характере изменения физико-химических свойств последнего. В пользу правомочности выдвинутых нами здесь представлений о составе и свойствах объемной водно-электролитной среды свидетельствуют общепризнанные положения современного уровня знаний о строении конденсированных систем [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бестереков У. Б., Бишимбаев В. К., Большбек А. А., Бестереков Е. У.* Характерные особенности состава и физико-химических свойств объемной водно-электролитной среды в свете квантово-статистических представлений о ее структуре //Вестник НАН РК. – 2004, №6. – С.12-18.
2. *Зайцев И. Д., Асеев Г. Г.* Физико-химические свойства бинарных и многокомпонентных растворов неорганических веществ. Справочник, - М.: Химия, 1988. - 416 с.
3. Краткий справочник химика. Под ред. В.И. Перельман, Москва-Ленинград: Химия, 1964. - 624 с.
4. *Крестов Г. А.* Теоретические основы неорганической химии. – М.: Высш.школа, 1982. – 295 с.
5. *Крестов Г. А.* Термодинамика ионных процессов в растворах. – Л.: Химия, 1984. – 272 с.
6. *Бестереков У. Б., Большбек А. А., Бишимбаев В. К., Молдабеков Ш. М., Бестереков Е. У.* Основопологающие суждения о молекулярно-кинетических основах объемной среды на примере водных структур и результаты квантостатистических расчетов //Труды международной научно-практической конференции «Проблемы науки, образования и устойчивого социально-экономического развития общества в начале XXI века» посвященной 60-летию ЮКГУ им. М.Ауезова. – 2003. Т.3. - С.53-57.
7. Краткий справочник физико-химических величин. Под ред. А. А. Равделя и А. М. Пономаревой, Ленинград: Химия, 1983. - 232 с.
8. *Бродская Е. И., Русанов А. И.* Исследование кластеров воды, содержащих ионы, методом молекулярной динамики //Журнал физической химии. -1990. Т.64, №4. - С.969-1071.

Файл: 13_Камбарова.doc
Каталог: X:\Полные журналы PDF\Вестник НИА РК\2008_№4
Шаблон: C:\Documents and Settings\Санду\Application
Data\Microsoft\Шаблоны\Normal.dotm
Заголовок: УДК 539
Содержание:
Автор: ОИС
Ключевые слова:
Заметки:
Дата создания: 25.11.2008 17:01:00
Число сохранений: 3
Дата сохранения: 25.11.2008 17:05:00
Сохранил: а
Полное время правки: 1 мин.
Дата печати: 06.12.2012 15:39:00
При последней печати
страниц: 9
слов: 1 722 (прибл.)
знаков: 9 819 (прибл.)