

ISSN 2224-5227

2015 • 6

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
**БАЯНДАМАЛАРЫ**

**ДОКЛАДЫ**

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

**REPORTS**

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ЖУРНАЛ 1944 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1944 г.  
PUBLISHED SINCE 1944



Бас редактор  
ҚР ҰҒА академигі **М.Ж. Жұрынов**

Редакция алқасы:

хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әдекенов С.М.** (бас редактордың орынбасары), эк.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әділов Ж.М.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Арзықұлов Ж.А.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Бишімбаев У.К.**, а.-ш.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Есполов Т.И.**, техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұтанов Г.М.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**, пед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Пралиев С.Ж.**, геогр.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Северский И.В.**; тарих.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Сыдықов Е.Б.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**, физ.-мат.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбүсейітова М.Х.**, экон. ғ. докторы, проф., ҰҒА корр. мүшесі **Бейсембетов И.К.**, биол. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жамбакин К.Ж.**, тарих ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Кәрібаев Б.Б.**, мед. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Локшин В.Н.**, геол.-мин. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірсеріков М.Ш.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.**, физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Садыбеков М.А.**, хим.ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Сатаев М.И.**; ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, а.-ш.ғ. докторы, проф. **Омбаев А.М.**

Редакция кеңесі:

Украинаның ҰҒА академигі **Гончарук В.В.** (Украина), Украинаның ҰҒА академигі **Неклюдов И.М.** (Украина), Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **Гордиенко А.И.** (Беларусь), Молдова Республикасының ҰҒА академигі **Дука Г.** (Молдова), Тәжікстан Республикасының ҰҒА академигі **Илолов М.И.** (Тәжікстан), Қырғыз Республикасының ҰҒА академигі **Эркебаев А.Э.** (Қырғызстан), Ресей ҒА корр. мүшесі **Величкин В.И.** (Ресей Федерациясы); хим.ғ. докторы, профессор **Марек Сикорски** (Польша), тех.ғ. докторы, профессор **Потапов В.А.** (Украина), биол.ғ. докторы, профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КХР), филос. ғ. докторы, профессор **Стефано Перни** (Ұлыбритания), ғ. докторы, профессор **Богуслава Леска** (Польша), философия ғ. докторы, профессор **Полина Прокопович** (Ұлыбритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **Нараев В.Н.** (Ресей Федерациясы)

Главный редактор  
академик НАН РК **М.Ж. Журинов**

Редакционная коллегия:

доктор хим. наук, проф., академик НАН РК **С.М. Адекенов** (заместитель главного редактора), доктор экон. наук, проф., академик НАН РК **Ж.М. Адилов**, доктор мед. наук, проф., академик НАН РК **Ж.А. Арзыкулов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **В.К. Бишимбаев**, доктор сельскохозяйств. наук, проф., академик НАН РК **Т.И. Есполов**, доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Г.М. Мутанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**, доктор пед. наук, проф., академик НАН РК **С.Ж. Пралиев**, доктор геогр. наук, проф., академик НАН РК **И.В. Северский**; доктор ист. наук, проф., академик НАН РК **Е.Б. Сыдыков**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**, доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Х. Абусейтова**, доктор экон. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **И.К. Бейсембетов**, доктор биол. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **К.Ж. Жамбакин**, доктор ист. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Б.Б. Карибаев**, доктор мед. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Локшин**, доктор геол.-мин. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Ш. Омирсериков**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов**, доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.А. Садыбеков**, доктор хим. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.И. Сатаев**; почетный член НАН РК, доктор сельскохозяйств. наук, проф., **А.М. Омбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **Гончарук В.В.** (Украина), академик НАН Украины **И.М. Неклюдов** (Украина), академик НАН Республики Беларусь **А.И.Гордиенко** (Беларусь), академик НАН Республики Молдова **Г. Дука** (Молдова), академик НАН Республики Таджикистан **М.И. Илолов** (Таджикистан), член-корреспондент РАН **Величкин В.И.** (Россия); академик НАН Кыргызской Республики **А.Э. Эркебаев** (Кыргызстан), д.х.н., профессор **Марек Сикорски** (Польша), д.т.н., профессор **В.А. Потапов** (Украина), д.б.н., профессор **Харун Парлар** (Германия), профессор **Гао Энджун** (КНР), доктор философии, профессор **Стефано Перни** (Великобритания), доктор наук, профессор **Богуслава Леска** (Польша), доктор философии, профессор **Полина Прокопович** (Великобритания), профессор **Вуйцик Вольдемар** (Польша), профессор **Нур Изура Удзир** (Малайзия), д.х.н., профессор **В.Н. Нараев** (Россия)

«Доклады Национальной академии наук Республики Казахстан» ISSN 2224-5227

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5540-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год. Тираж: 3000 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г.Алматы, ул.Шевченко, 28, ком.218-220, тел. 272-13-19, 272-13-18

<http://nauka-nanrk.kz>, [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

Адрес типографии: ИП «Аруна», г.Алматы, ул.Муратбаева, 75

©Национальная академия наук Республики Казахстан, 2015 г.

E d i t o r i n c h i e f

**M.Zh. Zhurinov**, academician of NAS RK

Editorial board:

**S.M. Adekenov** (deputy editor in chief), Doctor of Chemistry, prof., academician of NAS RK; **Zh.M. Adilov**, Doctor of Economics, prof., academician of NAS RK; **Zh.A. Arzykulov**, Doctor of Medicine, prof., academician of NAS RK; **V.K. Bishimbayev**, Doctor of Engineering, prof., academician of NAS RK; **T.I. Yespolov**, Doctor of Agriculture, prof., academician of NAS RK; **G.M. Mutanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.Zh. Praliyev**, Doctor of Education, prof., academician of NAS RK; **I.V. Seversky**, Doctor of Geography, prof., academician of NAS RK; **Ye.B. Sydykov**, Doctor of Historical Sciences, prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., academician of NAS RK; **M.Kh. Abuseitova**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **I.K. Beisembetov**, Doctor of Economics, prof., corr. member of NAS RK; **K.Zh. Zhambakin**, Doctor of Biological Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **B.B. Karibayev**, Doctor of Historical Sciences, prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Lokshin**, Doctor of Medicine, prof., corr. member of NAS RK; **M.Sh. Omirserikov**, Doctor of Geology and Mineralogy, prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.A. Sadybekov**, Doctor of Physics and Mathematics, prof., corr. member of NAS RK; **M.I. Satayev**, Doctor of Chemistry, prof., corr. member of NAS RK; **A.M. Ombayev**, Honorary Member of NAS RK, Doctor of Agriculture, prof.

Editorial staff:

**V.V. Goncharuk**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **I.M. Neklyudov**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.I. Gordienko**, NAS RB academician (Belarus); **G. Duca**, NAS Moldova academician (Moldova); **M.I. Iolov**, NAS Tajikistan academician (Tajikistan); **A.E. Erkebayev**, NAS Kyrgyzstan academician (Kyrgyzstan); **V.I. Velichkin**, RAS corr.member (Russia); **Marek Sikorski**, Doctor of Chemistry, prof. (Poland); **V.A. Potapov**, Doctor of Engineering, prof. (Ukraine); **Harun Parlar**, Doctor of Biological Sciences, prof. (Germany); **Gao Endzhun**, prof. (PRC); **Stefano Perni**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Boguslava Leska**, dr, prof. (Poland); **Pauline Prokopovich**, Doctor of Philosophy, prof. (UK); **Wójcik Waldemar**, prof. (Poland), **Nur Izura Udzir**, prof. (Malaysia), **V.N. Narayev**, Doctor of Chemistry, prof. (Russia)

**Reports of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.**

ISSN 2224-5227

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of Information and Archives of the Ministry of Culture and Information of the Republic of Kazakhstan N 5540-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 2000 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of.219-220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

<http://nauka-nanrk.kz/> [reports-science.kz](http://reports-science.kz)

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2015

UDC 532.13

## CLUSTER AND ASSOCIATE MODEL TEMPERATURE DEPENDENCE OF VISCOSITY OF WATER AND HEAVY WATER

A.M. Makasheva, Ya.A. Bugaeva, V.P. Malyshev

Chemical and metallurgical institute named after Zh. Abishev, Karaganda  
[eia\\_hmi@mail.ru](mailto:eia_hmi@mail.ru)

**Key words:** cluster associate, temperature, dynamic viscosity, water, heavy water.

**Abstract.** The authors have developed cluster and associate model of viscous fluid flow based on the Boltzmann distribution and derived from the concept of randomized particles. Viscous flow is seen as the destruction of the associates by overcoming the forces of Van der Waals attraction between the clusters, which in principle does not contradict the existing notions of viscous flow. The proposed equation can be defined as a generalized semi-empirical, because preserving the fundamental involvement in the Boltzmann distribution, it is used in reference value.

Check the model developed on the reference data held by the dynamic viscosity of water and heavy water. The resulting equations for these specified substances adequately represent this relationship in the full range of the liquid state.

On the functional nature of the model a natural decrease is evidence of in the degree of association of clusters with increasing temperature in both cases. Although heavy water, it is somewhat less than usual, and it is also a logical view of the greater difficulty of aggregation heavy particles as compared with the light.

The advantage of cluster and associate model is the ability to predict the behavior of viscosity in low temperatures and high temperatures up to boiling point.

УДК 532.13

## КЛАСТЕРНО-АССОЦИАТНАЯ МОДЕЛЬ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ВЯЗКОСТИ ВОДЫ И ТЯЖЁЛОЙ ВОДЫ

А.М. Макашева, Я.А. Бугаева, В.П. Малышев  
Химико-металлургический институт имени Ж. Абишева  
[eia\\_hmi@mail.ru](mailto:eia_hmi@mail.ru)

**Ключевые слова:** кластер, ассоциат, температура, динамическая вязкость, вода, тяжелая вода.

**Аннотация.** Авторами разработана кластерно-ассоциатная модель вязкого течения жидкости, основанная на распределении Больцмана и выведенная из концепции хаотизированных частиц. Вязкоетечение рассматривается как разрушение ассоциатов путем преодоления сил ван-дер-ваальсового притяжения между кластерами, что в принципе не противоречит существующим представлениям о вязком течении. Предлагаемое уравнение можно определить как обобщённое полуэмпирическое, поскольку, сохраняя причастность к фундаментальному распределению Больцмана, в нём используются реперные значения.

Проверка разработанной модели проведена на справочных данных по динамической вязкости воды и тяжелой воды. Полученные уточненные уравнения для этих веществ адекватно отображают данную зависимость в полном диапазоне жидкого состояния.

О функциональном характере модели свидетельствует и закономерное понижение степени ассоциации кластеров по мере повышения температуры в обоих случаях. Хотя для тяжелой воды она несколько меньше, чем для обычной, и это также является закономерным ввиду большей трудности агрегирования тяжелых частиц в сравнении с легкими.

Преимущество кластерно-ассоциатной модели состоит в возможности прогнозирования поведения

вязкости как в области низких температур, так и высоких вплоть до температуры кипения.

### Введение

Авторами концепции хаотизированных частиц [1] разработана кластерно-ассоциатная модель динамической вязкости ( $\eta$ , Па·с), основанная на распределении Больцмана и выведенная из концепции хаотизированных частиц, в которой вязкое течение рассматривается как разрушение ассоциатов путем преодоления сил ван-дер-ваальсового притяжения между кластерами, что в принципе не противоречит существующим представлениям о вязком течении:

$$\eta = \eta_1 (T_1/T)^{a_2} (T_2/T)^b, \quad (1)$$

где  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  – реперные точки динамической вязкости при соответствующих температурах  $T_1$ ,  $T_2$ ;  $a$  – степень ассоциации кластеров,  $b$  – мера понижения степени ассоциации кластеров. При этом для идентификации показателя  $b$  необходимо иметь третью реперную точку  $\eta_3$ ,  $T_3$

$$a = a_2 (T_2/T)^b, \quad (2)$$

$$a_3 = \frac{\ln(\eta_3/\eta_1)}{\ln(T_1/T_3)}, \quad (3)$$

$$b = \frac{\ln(a_3/a_2)}{\ln(T_2/T_3)}. \quad (4)$$

Все реперные точки целесообразно выбирать соответственно в начале, середине и в конце экспериментального массива  $\eta_i$ ,  $T_i$ . В этом случае можно, не обрабатывая весь экспериментальный массив, ограничиться расчетом  $a_2$ ,  $a_3$  и  $b$  с дальнейшим введением необходимых величин в модель (1) и вычислением  $\eta$  для сопоставления со всеми экспериментальными значениями по коэффициенту корреляции.

Уравнение (1) можно определить как обобщённое полуэмпирическое, поскольку, сохраняя причастность к фундаментальному распределению Больцмана, в нём используются реперные значения.

Проверка уравнения (1) была проведена для всех простых веществ в монографии [1].

### Расчётная часть

Вода представлена следующими сведениями в работе [2]: температура плавления –  $T_m = 273$  К, и температура кипения –  $T_b = 373$  К, которые были использованы для дальнейших расчетов.

Рассмотрим температурную зависимость вязкости для представленного массива при описании их предлагаемой кластерно-ассоциатной моделью.

Из приведённого справочного массива данных  $\eta_i$ ,  $T_i$ , выбраны в качестве реперных точек  $T_1 = 273$  К,  $\eta_1 = 1,792$  мПа·с;  $T_2 = 313$  К,  $\eta_2 = 0,656$  мПа·с;  $T_3 = 373$  К,  $\eta_3 = 0,284$  мПа·с. По этим точкам с помощью формул (2)–(4) рассчитаны значения  $a_2 = 7,350$ ,  $b = 1,251$  и в соответствии с моделью (1) получено расчётное уравнение вязкости

$$\eta = 1,79 \left( \frac{273}{T} \right)^{7,350} (313/T)^{1,251}, \text{ мПа·с.} \quad (5)$$

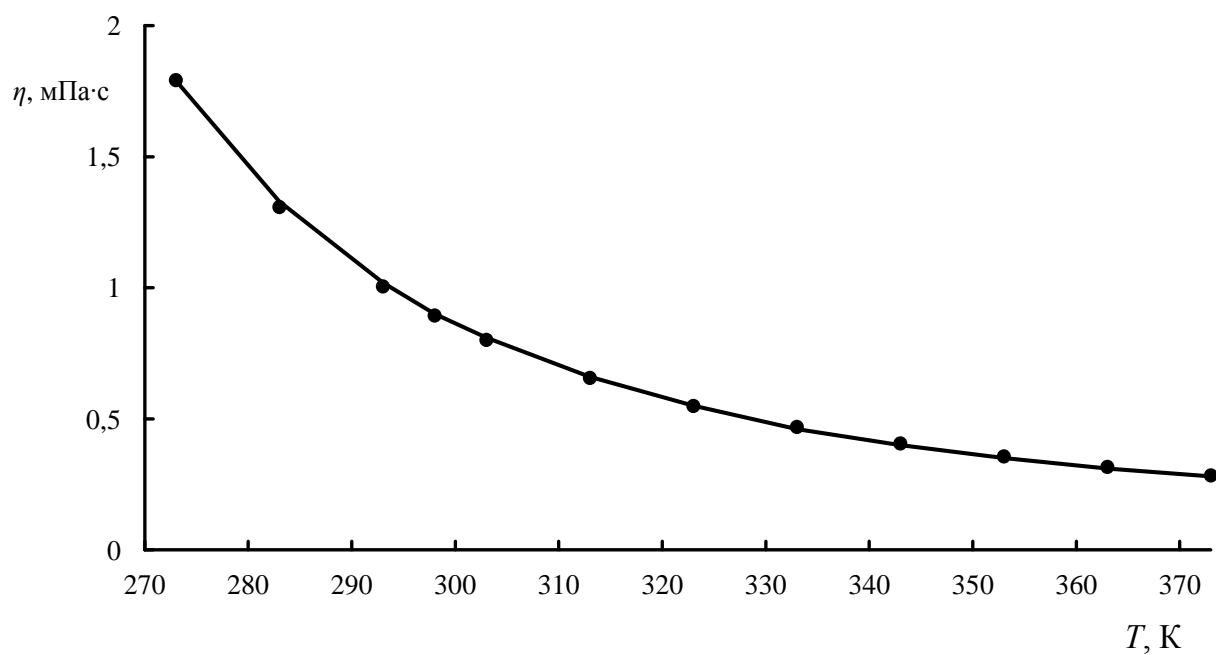
Результаты расчёта по этому уравнению вместе с вычислениями температурной зависимости степени ассоциации (2)

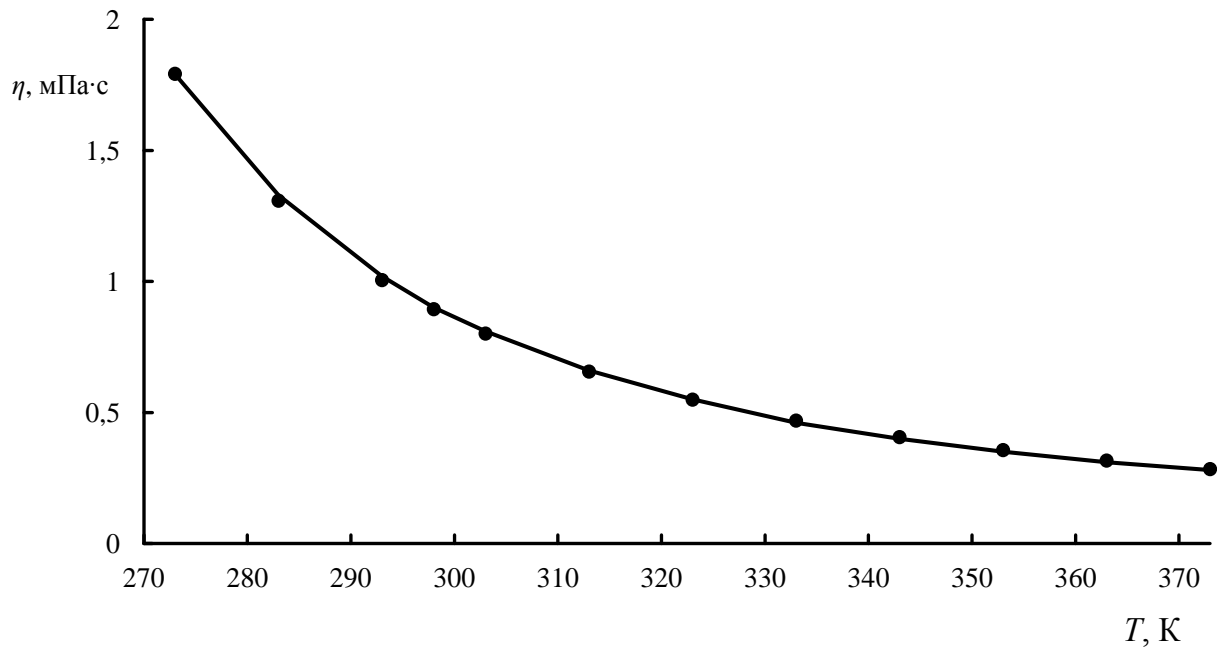
$$a = 7,350 (313/T)^{1,251} \quad (6)$$

приведены в таблице 1 и на рисунках 1 и 2 в сопоставлении со справочными данными по вязкости из [2].

Таблица 1 – Справочные [2] и рассчитанные по (5) данные по динамической вязкости воды

$T, K$	$\eta[2], \text{мПа}\cdot\text{с}$	$\eta(5), \text{мПа}\cdot\text{с}$	$a(6)$
$T_m = 273$	1,792	1,792	8,72
283	1,308	1,328	8,34
293	1,005	1,019	7,98
298	0,894	0,903	7,82
303	0,801	0,807	7,65
313	0,656	0,656	7,35
323	0,549	0,546	7,07
333	0,469	0,464	6,8
343	0,406	0,401	6,55
353	0,356	0,353	6,32
363	0,316	0,315	6,11
$T_b = 373$	0,284	0,284	5,9





Точки – справочные данные [2], линия – по уравнению (5)

Рисунок 1 – Зависимость динамической вязкости воды от температуры

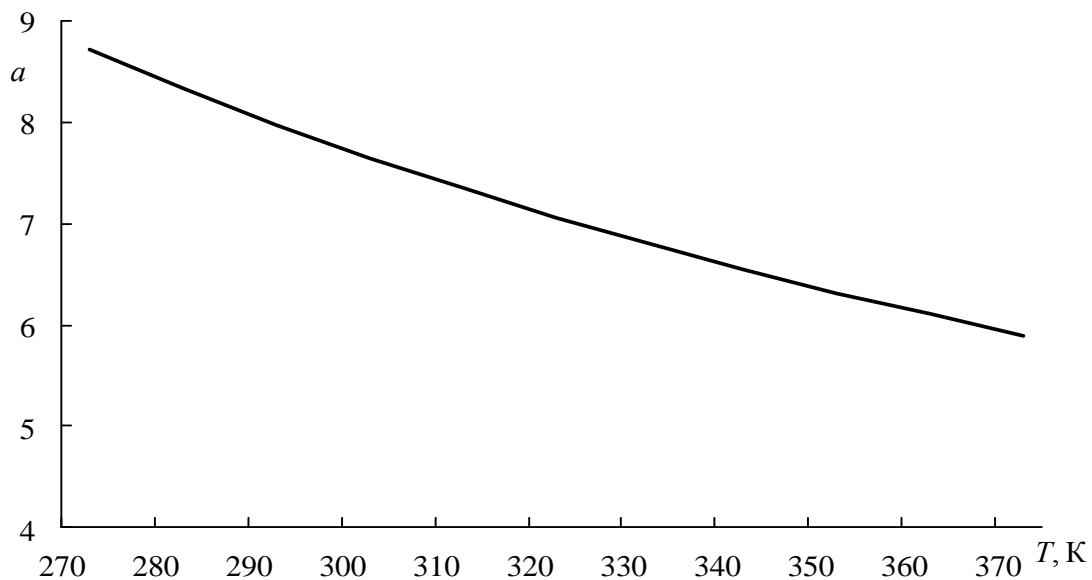


Рисунок 2 – Зависимость степени ассоциации кластеров воды от температуры

Судя по табличным и графическим данным, предлагаемая модель (5) полностью согласуется со справочными величинами в рассматриваемых диапазонах. Это указывает на функциональный характер модели (1), что подтверждается статистическими характеристиками сравнения по коэффициенту нелинейного множественной корреляции:  $R = 0,9999$  при  $t_R = 23178,19 \gg 2$  [6,7].

О функциональном характере модели свидетельствует и закономерное понижение степени ассоциации кластеров по мере повышения температуры.



Ранее в [8] была предложена кластерно-ассоциатная модель для воды, детально проанализировано жидкое состояние вещества и найдено распределение кластеров по числу входящих в них кристаллоподвижных частиц как функции от их общей доли при различных температурах, но не было данных для тяжелой воды.

Данные по тяжелой воде представлены следующими сведениями в работе [2] –  $T_m = 277$  К,  $T_b = 374$  К, которые и были использованы для дальнейших расчетов.

Из приведённого справочного массива данных  $\eta_i$ ,  $T_i$ , выбраны в качестве реперных точек  $T_1 = 303$  К,  $\eta_1 = 0,969$  мПа·с;  $T_2 = 333$  К,  $\eta_2 = 0,552$  мПа·с;  $T_3 = 373$  К,  $\eta_3 = 0,323$  мПа·с. По этим точкам с помощью формул (2)-(4) рассчитаны значения  $a_2 = 5,96$ ,  $b = 1,06$  и в соответствии с моделью (1) получено расчётное уравнение вязкости

$$\eta = 0,969 \left( \frac{303}{T} \right)^{5,96(333/T)^{1,06}}, \text{ мПа}\cdot\text{с.} \quad (7)$$

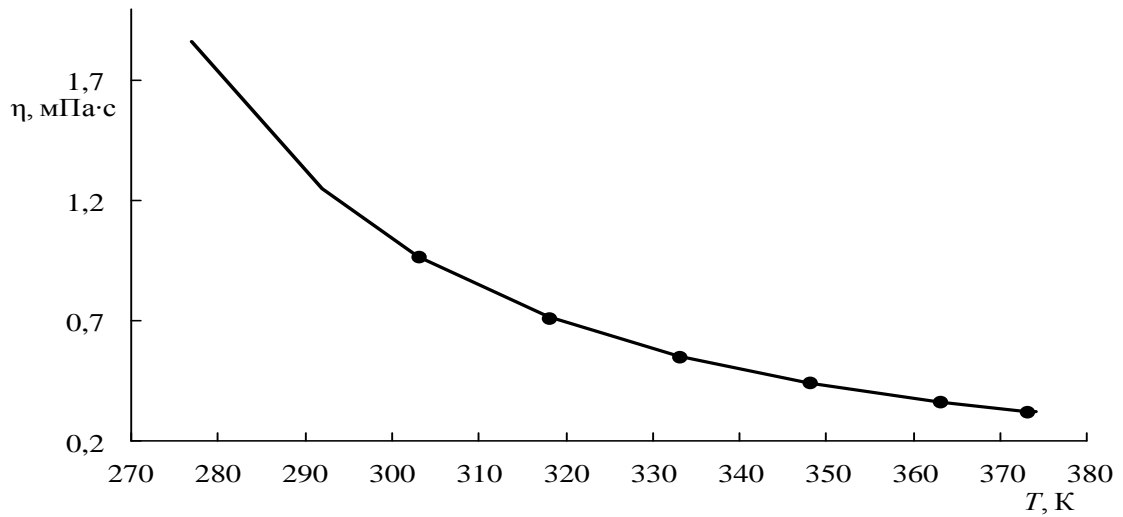
Результаты расчёта по этому уравнению вместе с вычислениями температурной зависимости степени ассоциации (2)

$$a = 5,96(333/T)^{1,06} \quad (8)$$

приведены в таблице 2 и на рисунках 3 и 4 в сопоставлении со справочными данными по вязкости из [2].

Таблица 2 – Справочные [2] и рассчитанные по (7) данные по динамической вязкости тяжелой воды ( $D_2O$ )

$T$ , К	$\eta$ [3], мПа·с	$\eta$ (7), мПа·с	$a$ (8)
$T_m=277$	-	1,856	7,24
292	-	1,248	6,85
303	0,969	0,969	6,59
318	0,713	0,716	6,26
333	0,552	0,552	5,96
348	0,445	0,441	5,69
363	0,365	0,363	5,44
373	0,323	0,323	5,29
$T_b = 374$	-	0,320	5,27



Точки – справочные данные [2], линия – по уравнению (5)

Рисунок 3 – Зависимость динамической вязкости тяжёлой воды от температуры

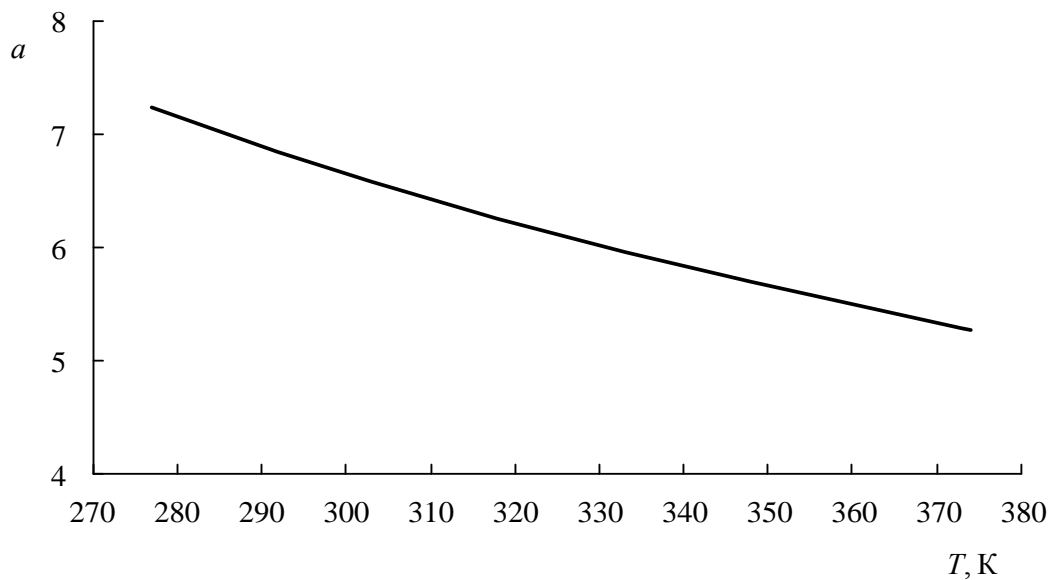


Рисунок 4 – Зависимость степени ассоциации кластеров тяжёлой воды от температуры

Судя по табличным и графическим данным, предлагаемая модель (7) полностью согласуется со справочными величинами в рассматриваемых диапазонах. Это указывает на функциональный характер модели (1), что подтверждается статистическими характеристиками сравнения по

коэффициенту нелинейного множественной корреляции:  $R = 0,9998$  при  $t_R = 4220,803 \gg 2$  [6,7].

Что касается степени ассоциации кластеров, то для тяжелой воды она несколько меньше, чем для обычной, и это также является закономерным ввиду большей трудности агрегирования тяжелых частиц в сравнении с легкими.

### Выводы

Преимущество кластерно-ассоциатной модели состоит в возможности прогнозирования поведения вязкости как в области низких температур, так и высоких вплоть до температуры кипения.

Кластерно-ассоциатная модель температурной зависимости динамической вязкости воды и тяжелой воды позволяет использовать ее во всем диапазоне жидкого состояния с надежной экстраполяцией как в область температуры кипения, так и плавления.

Есть возможность также непосредственной обработки всего экспериментального массива данных для идентификации модели (1), что повысит степень ее адекватности [9].

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малышев В.П., Бектурганов Н.С., Турдукожаева А.М. Вязкость, текучесть и плотность веществ как мера их хаотизации. – М.: Научный мир, 2012. – 288 с.
- [2] Рабинович В.А., Хавин З.Я. Краткий химический справочник. – Л.: Химия, 1977. – С. 56.
- [3] Некрасов Б.В. Основы общей химии. – Т. 2. – М.: Химия, 1973. – С. 9.
- [4] Ефимов А.И. и др. Свойства неорганических соединений. Справочник. – Л.: Химия, 1983. – С. 104-105.
- [5] Карапет'янц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 1981. – 636 с.
- [6] Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1977. – 207 с.
- [7] Рузинов Л. П. Статистические методы оптимизации химических процессов. – М.: Химия, 1972. – 486 с.
- [8] Малышев В.П., Турдукожаева А.М., Сулейменов Т., Кажикенова А.Ш. Кластерно-ассоциатная модель воды в отображении концепцией хаотизированных частиц // Доклады НАН РК. – 2013. – № 5. – С. 37-44.
- [9] Федорович Я.А., Малышев В.П., Макашева А.М., Кажикенова А.Ш. Метод полной аппроксимации экспериментальных данных к кластерно-ассоциатной модели динамической вязкости// КИМС. – 2014. - №4. – С. 61-66.

### REFERENCES

- [1] Malyshev V.P., Bekturganov N.S., Turdukozhaeva A.M. *M.: Nauchnyjmir*, **2012**, 288 (in Russ).
- [2] Rabinovich V.A., Havin Z.Ja. *L.: Himija*, **1977**, 56(in Russ).
- [3] Nekrasov B.V. *M.: Himija*, **1973**, 2, 9(in Russ).
- [4] Efimov A.I. i dr. *L.: Himija*, **1983**, 104-105(in Russ).
- [5] Karapet'janc M.H., Drakin S.I. *M.: Himija*, **1981**, 636(in Russ).
- [6] Nalimov V.V. *M.: Nauka*, **1977**, 207(in Russ).
- [7] Ruzinov L. P. *M.: Himija*, **1972**, 486 (in Russ).
- [8] Malyshev V.P., Turdukozhaeva A.M., Sulejmenov T., Kazhikenova A.Sh. *Doklady NAN RK*, **2013**, 5, 37-44(in Russ).
- [9] Fedorovich Ja.A., Malyshev V.P., Makasheva A.M., Kazhikenova A.Sh. *KIMS*, **2014**, 4, 61-66(in Russ).

### СУ ЖӘНЕ АУЫР СУДЫҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ТӘУЕЛДІЛІГІНІҢ ТҮТҚЫРЛЫҚ КЛАСТЕРЛІК-АССОЦИАТТЫ ҮЛГІСІ

А.М. Макашева, Я.А. Бугаева, В.П. Малышев  
Ж.Әбішеватындағы химия-металлургия институты  
[eia\\_hmi@mail.ru](mailto:eia_hmi@mail.ru)

**Түйін сөздер:** кластер, ассоциат, температура, динамикалық тұтқырлық, су, ауыр су.

**Аннотация.** Больцманның үлестіруне негізделген және хаотизацияланған бөлшектердің концепциясынан шығарылған сұйықтық ағысының тұтқырлығынан кластерлік-ассоциатты үлгісі жасалған. Тұтқыр ағысы кластерлер арасындағы ван-дер-вальдық тартылыс күшін еңсеру жолымен ассоциаттарды қирату сияқты қаралады, өйткені ол негізінде тұтқыр ағысы туралы бар ұсыныстарға қайшы келмейді. Ұсынылатын теңдікті жалпыланған жартылай эмпириялық сияқты анықтауға болады, сондықтан да онда қада белгілерінің мағынасы Больцманның фундаментальды таратуының қатысын сақтай отырып пайдаланылады.

Ұсынылған үлгіні тексеру су және ауыр су динамикалық тұтқырлық бойынша барлық анықтамалық деректерде жүзеге асырылған. Анықталып алынған теңдеулер үшін осы заттардың толық сұйық күйіндегі ауқымының тәуелділігі теңбе-тең бейнеленген.

Екі жағдайда да температураның жоғарлау деңгейіне қарай ассоциатты кластерлер дәрежесінің төмендеуі заңды және үлгінің функцияналдық сипатын дәлелдейді. Алайда жай суға қарағанда, ауыр су үшін ол бірнеше есе кіші және жеңіл бөлшектерді ауыр бөлшектермен салыстырғанда агрегаттаудың үлкен қиындықтары болғандықтан заңды.

---

Кластерлі-ассоциатты үлгінің басымдылығы жоғары қайнау және төмен температура ауданында тұтқырлық тәртібінің тұжырымдау мүмкіндігінен тұрады.

#### Сведения об авторах

1. Макашева Астра Мундуковна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории энтропийно-информационного анализа Химико-металлургического института им. Ж. Абишева, член-корр. Международной академии информатизации.

Адрес: Республика Казахстан, 100009,  
г. Караганда, ул. Ермакова, 63, ХМИ  
Тел.: (7212) 43-31-65  
Факс: (7212) 43-31-61  
e-mail: [eia\\_hmi@mail.ru](mailto:eia_hmi@mail.ru)

2. Бугаева Яна Алексеевна – магистрант Карагандинского государственного технического университета, лаборант лаборатории энтропийно-информационного анализа Химико-металлургического института им. Ж. Абишева.

Адрес: Республика Казахстан, 100009,  
г. Караганда, ул. Ермакова, 63, ХМИ  
Тел.: (7212) 43-31-65  
Факс: (7212) 43-31-61  
e-mail: [eia\\_hmi@mail.ru](mailto:eia_hmi@mail.ru)

3. Мальшев Виталий Павлович – доктор технических наук, профессор, академик Международной академии информатизации, заведующий лабораторией энтропийно-информационного анализа Химико-металлургического института им. Ж. Абишева.

Адрес: Республика Казахстан, 100009,  
г. Караганда, ул. Ермакова, 63, ХМИ  
Тел.: 8 (7212) 43-31-65  
Факс: 8 (7212) 43-31-61  
e-mail: [eia\\_hmi@mail.ru](mailto:eia_hmi@mail.ru)

*Поступила 09.09.2015 г.*

**PUBLICATION ETHICS AND PUBLICATION MALPRACTICE  
IN THE JOURNALS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct ([http://publicationethics.org/files/u2/New\\_Code.pdf](http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf)). To verify originality, your article may be checked by the originality detection service Cross Check <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www.nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.reports-science.kz/index.php/ru/>

Редакторы *М. С. Ахметова, Д. С. Аленов, Т.А. Апендиев*  
Верстка на компьютере *С.К. Досаевой*

Подписано в печать 05.12.2015.

Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

16,8 п.л. Тираж 2000. Заказ 6.