



Научная статья
2.6.17 – Материаловедение (технические науки)
УДК 538.12

doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.030

 EDN: MKOVON

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЁМА ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ. ВЛИЯНИЕ ПРЕДЫСТОРИИ ВОДЫ

Борис Павлович Шипунов ¹, Юлия Владимировна Терентьева ²,

^{1,2,3} Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

¹ sbp@mc.asu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8204-0000>

² zyv1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5328-1841>

Аннотация. Изучен процесс кристаллизации воды, подвергшейся влиянию высокочастотным электромагнитным полем частотой 30–200 МГц. В качестве объекта воздействия была выбрана талая вода, полученная расплавлением льда, в качестве предмета отклика – размер ледяного зерна при кристаллизации воды. Дополнительным фактором было использовано время выдержки воды после полевого воздействия, которое варьировалось от 0 до 21 суток. Проведено сопоставление эффективности полевого воздействия с ранее полученными результатами, где в качестве объекта воздействия использовалась дистиллированная вода. Сопоставление результатов выявило существенное отличие в восприятии высокочастотного поля водой различного происхождения. Максимальное совпадение зависимостей наблюдается для частот 200 и 60 МГц. Наибольшее расхождение – для всех остальных частот 30, 90, 110, 140 и 170 МГц. Для частоты 170 МГц наблюдается существенная дифференциация изменений размеров зерна: для малых времён существенны изменения для дистиллированной воды, для максимальных – для талой. Примерно такая же зависимость наблюдается и в случае частоты 90 МГц. Тогда как для частоты 140 МГц наблюдаются слабые изменения при малых временах выдержки после полевого воздействия, и очень существенные при максимальном исследованном времени – 21 сутки. Для частоты 110 МГц талая вода проявила очень слабый отклик на полевое воздействие, по сравнению с дистиллированной. Столь существенная дифференциация результатов полевого воздействия для талой воды и дистиллата, по-видимому, является следствием сложной внутренней организации как дистиллированной, так и талой воды. Предложено объяснение наблюдаемым зависимостям, которое базируется на современном представлении о полиморфном представлении о структурной организации воды и специфическом восприятии каждой структурной организации полевого воздействия.

Ключевые слова: электромагнитное поле, структурная организация воды, кристаллизация воды, влияние предыстории воды на величину отклика при полевом воздействии.

Для цитирования: Шипунов Б. П., Терентьева Ю. В. Изменение объёма закристаллизованной воды как результат воздействия электромагнитного поля. Влияние предыстории воды // Ползуновский вестник. 2024. № 1, С. 234–239. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2024.01.030. EDN: <https://elibrary.ru/MKOVON>.

Original article

CHANGE IN VOLUME OF WATER CRYSTALLIZATION AS A RESULT OF EXPOSURE TO A ELECTROMAGNETIC FIELD. INFLUENCE OF WATER PREHISTORY

Boris P. Shipunov ¹, Yulia V. Terentieva ²

^{1,2} Altai State University, Barnaul, Russia

¹ sbp@mc.asu.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8204-0000>

² zyv1985@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5328-1841>

© Шипунов Б. П., Терентьева Ю. В., 2024

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЁМА ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ. ВЛИЯНИЕ ПРЕДЫСТОРИИ ВОДЫ

Abstract. *The process of crystallization of water subjected to the influence of a high-frequency electromagnetic field with a frequency of 30-200 MHz has been studied. Melt water obtained by melting ice was chosen as the object of influence, and the size of the ice core during water crystallization was chosen as the object of response. An additional factor was the water holding time after field exposure, which ranged from 0 to 21 days. A comparison of the effectiveness of the field impact with the previously obtained results, where distilled water was used as the object of impact, was carried out. Comparison of the results revealed a significant difference in the perception of the high-frequency field by water of different origin. The maximum coincidence of dependences is observed for frequencies of 200 and 60 MHz. The largest discrepancy is for all other frequencies 30, 90, 110, 140 and 170 MHz. For a frequency of 170 MHz, there is a significant differentiation in changes in the core size: for short times, changes are significant for distilled water, for maximum times, for melted water. Approximately the same dependence is observed in the case of a frequency of 90 MHz. While for a frequency of 140 MHz, slight changes are observed at short exposure times after field exposure and very significant changes at the maximum period - 21 days. For a frequency of 110 MHz, melt water showed a very weak response to field exposure, compared to distilled water. Such a significant differentiation of the results of field exposure for melt water and distillate, apparently, is a consequence of the complex internal organization of both distilled and melt water. An explanation of the observed dependences is proposed, which is based on the modern understanding of the polymorphic idea of the structural organization of water and the specific perception of each structural organization of the field impact.*

Keywords: *electromagnetic field, structural organization of water, water crystallization, influence of water prehistory on the magnitude of the response under field exposure.*

For citation: Shipunov, B.P., Terentieva, Yu.V. (2024). Influence of a High Frequency Electromagnetic Field on the Change in the Volume of Ice During Crystallization. Influence of the Prehistory of Water. *Polzunovskiy vestnik*, (1), 234-239. (In Russ). doi: 10/25712/ASTU.2072-8921.2024.01.030. EDN: <https://elibrary.ru/MKOVON>.

ВВЕДЕНИЕ

Воздействие различных физических полей на воду и водосодержащие системы представляет интерес не только с академических позиций, но и поскольку вода является частью соединений земной поверхности и входит в состав живых объектов. Интерес к жидкой воде, которой присуще наличие внутренней структурной организации, обусловлен не только наличием физических аномалий, но и её большой ролью в физико-химических и биологических процессах. Среди факторов воздействия на свойства воды и водных растворов превалирует магнитное, механическое (ультразвуковое), электрическое и электромагнитное поля. Учитывая разнообразный частотный и энергетический диапазон, напряжённость и интенсивность полей возникает значительная вариабельность их воздействия. Наиболее часто в литературе приводятся результаты воздействия магнитного поля на свойства воды и водных растворов [1, с. 94; 2, с. 63; 3, с. 16; 4, с. 20]. Одним из важных вопросов является объяснение характера изменений структурной организации воды и растворов в результате полевого воздействия: происходит ли упрочнение (возможно – уплотнение) структурной организации водной сетки или её разрыхление. Некоторые модели предполагают наличие мономолекулярной воды и полимолекулярных об-

разований, что было высказано ещё много лет назад Самойловым, а затем и другими исследователями [5, с. 26]. Для ответа на вопрос об укреплении или разрыхлении структурной организации воды рядом авторов проводилось изучение процессов кристаллизации при наложении магнитного поля [6, с. 50, 7, с. 63]. О.М. Розенталь и сотрудники исследовали кинетику зарождения и роста кристаллов льда. Было установлено, что в постоянном магнитном поле напряжённостью 3 кЭ возрастает доля мелкокристаллического льда, при этом одновременно уменьшается дисперсия распределения их размеров [6, с. 50]. О.М. Розенталь полагал, подобно В.С. Духанину [3, с. 16], что действие магнитного поля разрыхляет структуру воды, способствует образованию ажурной, а не плотно упакованной структуры льда. В работе [8, с. 100] было показано, что под воздействием магнитного поля объём льда увеличивается примерно на 1,4 %.

Электромагнитные поля оказывают влияние на свойства воды и водных растворов весьма существенно. Это проявляется в скорости образования кристаллов [9, с. 19], изменяет реакционную способность веществ и термодинамику кристаллогидратов [10, с. 86; 11, с. 203].

Хотя термин «структура воды» применительно к жидкости критикуют и, пожалуй, заслуженно, многие свойства жидкой воды можно объяснить только наличием внутрен-

ней структурной организации. Д. Эйзенберг и В. Кауцман не сочли спорным термин «структура воды», включив его в название своей монографии [12, с. 45]. С ними солидарна Зацепина [13, с. 32], также используя термин «структура». Однако к динамическим системам, к которым следует отнести жидкую воду, этот термин применим с натяжкой. Большинство авторов, описывая структурную организацию жидкой воды, обращается для этого к структуре льда, что отмечено и в более поздних работах [14, с. 26.]. При этом все модели в той или иной степени упоминают о неидеальности структура и льда, и воды. В связи с чем можно ожидать, что дефекты в структурной организации жидкой воды будут влиять на процесс её кристаллизации и отражаться на свойствах льда. Методов исследования структурной организации жидкой воды достаточно много: ИК, УФ, ЯМР спектроскопия, диэлькометрия и т.д. Однако именно структуру воды можно достоверно изучать напрямую или косвенно, переведа воду в кристаллическое состояние.

Естественно, представлял интерес вопрос: как электромагнитное высокочастотное поле влияет на процесс кристаллизации воды и объём льда для ответа на вопрос о том, укрепляется или разрыхляется структура воды в результате воздействия высокочастотного электромагнитного поля.

Авторами ранее были проведены исследования, позволяющие оценить ряд факторов воздействия на воду перед её кристаллизацией [15, с. 58]. Было показано, что изменение объёма льда связано не только с частотой полевого воздействия, но и со временем выдержки воды после облучения до начала кристаллизации. При этом наблюдалось как

увеличение, так и уменьшение размеров ледяного зерна по сравнению с контролем. Это позволило сделать предположение о том, происходит ли укрепление или разрыхление структуры воды под действием электромагнитного поля перед началом её кристаллизации.

Однако по прошествии некоторого времени возникло предложение, которое могло бы более отчётливо ответить на вопрос об изменении структурной организации воды. Некоторые авторы одной из моделей структурной организации воды рассматривают квазикристаллическую модель [12, с. 259]. Суть модели заключается в уподоблении жидкой воды, особенно при не очень высоких температурах, структуре льда, которая частично разрушена тепловым движением. В связи с чем, если использовать для экспериментов не дистиллированную воду с максимально нарушенной структурной организацией, а талую, можно ожидать существенного отличия в результате полевого воздействия.

МЕТОДИКА

В целом методика эксперимента повторяла предыдущее исследование [15, с. 55]. Отличие заключалось в том, что дистиллированную воду медленно замораживали в пластиковой ёмкости, затем вытаивали мутную часть, оставляя прозрачный Kern, оттаивали его в стеклянной ёмкости и использовали для экспериментов. Результат полевого воздействия – изменение размеров ледяного зерна – сравнивали с ледяным зерном, полученным при облучении перед замораживанием дистиллированной воды. Эти данные приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Зависимость изменения высоты столбика льда от частоты облучения и времени выдержки для дистиллированной воды по данным работы [15, с. 58]

Table 1 – Dependence of the change in the height of the ice column on the irradiation frequency and exposure time for distilled water according to the data of [15, p. 58]

Частота, МГц	Изменение размеров зерна, мм						
	Время выдержки, сутки						
	0	1	3	6	9	11	21
0	3,0 мм ± 0,1						
30	3,6± 0,3	3,5± 0,2	3,5±0,3	1,0 ± 0,2	3,2 ± 0,3	3,1 ±0,3	1,0 ± 0,1
60	3,1± 0,2	4,7± 0,1	1,5 ±0,2	3,9 ± 0,4	1,0 ± 0,2	2,7 ±0,2	1,6 ±0,4
90	1,2± 0,2	3,1± 0,2	1,1 ±0,1	3,5 ± 0,3	1,6 ± 0,2	-2,0± 0,1	-1,7±0,1
110	1,0± 0,1	2,7 ±0,3	1,1 ±0,1	3,3 ± 0,3	1,0 ± 0,2	-2,0± 0,1	2,1 ±0,3
140	3,3± 0,3	2,8± 0,3	3,4 ±0,3	2,1 ± 0,3	3,1 ± 0,3	2,6 ±0,4	-2,3± 0,1
170	2,7± 0,3	2,5± 0,3	3,7± 0,3	3,9 ± 0,4	2,5 ± 0,3	2,1 ±0,2	2,3 ± 0,2
200	4,8± 0,4	5,9 ±0,5	4,4 ±0,2	5,6 ± 0,5	4,7 ± 0,4	2,9 ± 0,4	2,7 ± 0,3

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЁМА ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ. ВЛИЯНИЕ ПРЕДЫСТОРИИ ВОДЫ

Таблица 2 – Зависимость изменения высоты столбика льда от частоты облучения и времени выдержки для талой воды

Table 2 – Dependence of the change in the height of the ice column on the frequency of irradiation and exposure time for melt water

Частота, МГц	Изменение размеров зерна, мм						
	время выдержки, сутки						
	0	1	3	6	9	11	21
0	2,9 ± 0,1						
30	2,5 ± 0,2	1,9 ± 0,1	2,7 ± 0,3	2,1 ± 0,1	3,6 ± 0,2	2,8 ± 0,2	3,1 ± 0,3
60	3,4 ± 0,3	3,9 ± 0,2	1,5 ± 0,2	3,9 ± 0,4	1,9 ± 0,2	2,3 ± 0,2	2,5 ± 0,3
90	2,7 ± 0,1	0,7 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,5 ± 0,3	2,7 ± 0,4	2,9 ± 0,4	1,8 ± 0,2
110	2,4 ± 0,2	2,3 ± 0,3	2,5 ± 0,2	2,4 ± 0,3	2,3 ± 0,3	2,4 ± 0,2	2,7 ± 0,3
140	2,7 ± 0,3	2,1 ± 0,1	2,6 ± 0,3	2,7 ± 0,2	2,7 ± 0,3	2,5 ± 0,1	0,9 ± 0,1
170	1,7 ± 0,2	3,2 ± 0,2	2,4 ± 0,2	3,1 ± 0,3	2,9 ± 0,2	2,9 ± 0,1	3,1 ± 0,3
200	4,1 ± 0,4	4,8 ± 0,4	3,9 ± 0,3	5,1 ± 0,4	4,3 ± 0,3	3,2 ± 0,3	3,5 ± 0,3

Анализируя данные таблиц, следует отметить, что изменился размер зерна без полевого воздействия для талой воды по сравнению с дистиллированной водой. Хотя это изменение не носит существенный характер, и не очень значительно, но оно наблюдается.

Далее на рисунках представлено визуальное сопоставление изменений размеров зерна для талой воды по сравнению с дистиллированной при различных временах выдержки после полевой обработки.

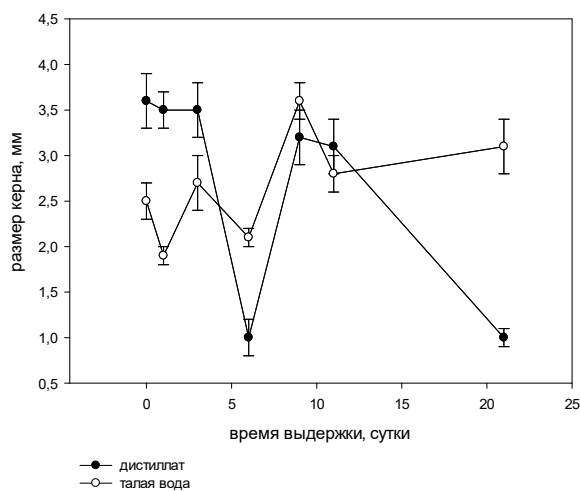


Рисунок 1 – Сопоставление изменения размеров ледяного зерна для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 30 МГц

Figure 1 – Comparison of changes in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a 30 MHz field

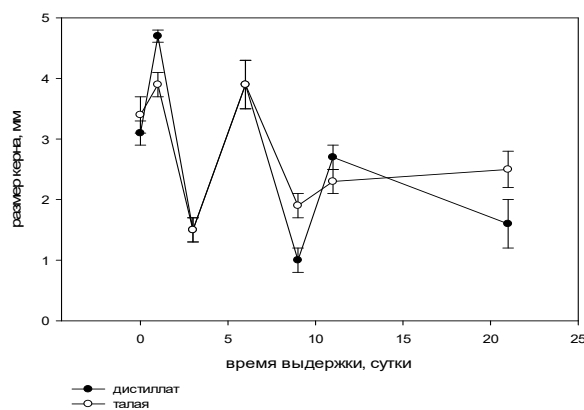


Рисунок 2 – Сопоставление изменения размеров ледяного зерна для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 60 МГц
Figure 2 – Comparison of changes in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a 60 MHz field

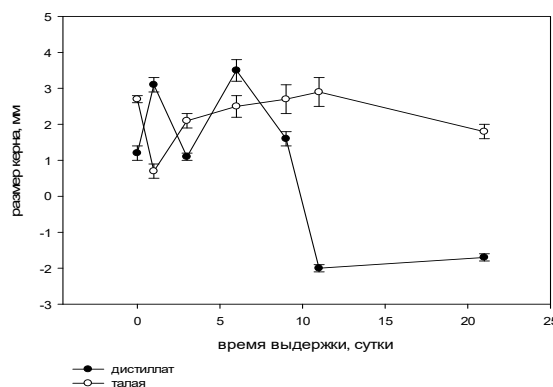


Рисунок 3 – Сопоставление изменения размеров ледяного зерна для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 90 МГц
Figure 3 – Comparison of changes in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a 90 MHz field

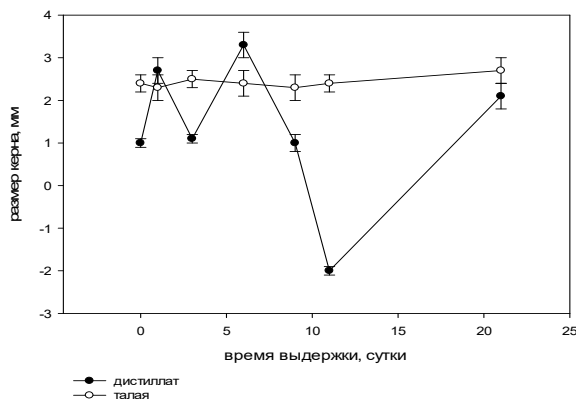


Рисунок 4 – Сопоставление изменения размеров ледяного ядра для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 110 МГц

Figure 4 – Comparison of the change in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a field frequency of 110 MHz

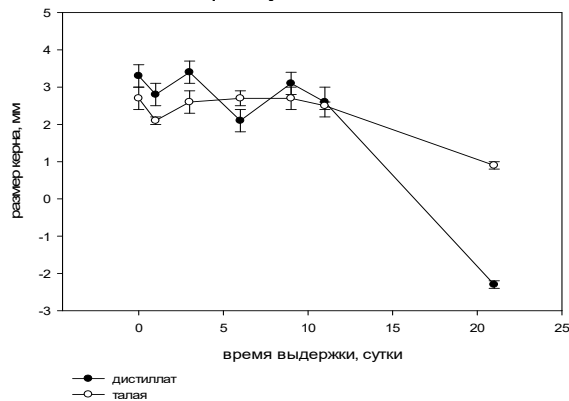


Рисунок 5 – Сопоставление изменения размеров ледяного ядра для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 140 МГц

Figure 5 – Comparison of changes in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a 140 MHz field

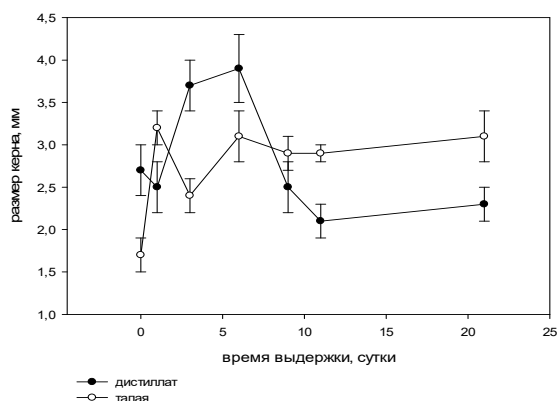


Рисунок 6 – Сопоставление изменения размеров ледяного ядра для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 170 МГц

Figure 6 – Comparison of changes in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a 170 MHz field

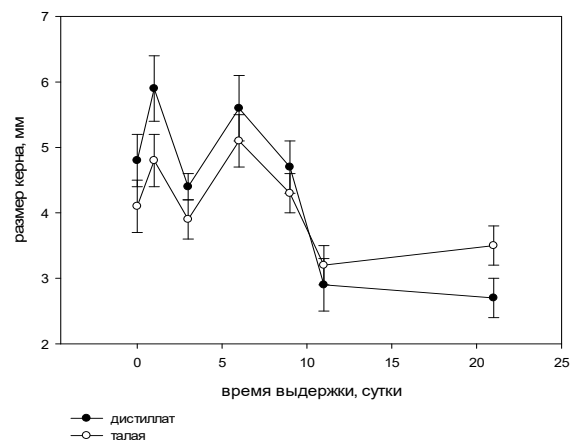


Рисунок 7 – Сопоставление изменения размеров ледяного ядра для дистиллированной воды и талой, обработанных полем частотой 200 МГц

Figure 7 – Comparison of the change in the size of the ice core for distilled water and melt treated with a 200 MHz field

Анализируя графические данные, можно выделить несколько специфических зависимостей. Максимальное совпадение зависимостей наблюдается для частот 200 и 60 МГц. Наибольшее расхождение – для всех остальных частот 30, 90, 110, 140 и 170 МГц. Но и в этой группе есть некоторое различие: для частоты 170 МГц наблюдается существенная дифференциация изменений размеров ядра: для малых времён существенны изменения для дистиллированной воды, для максимальных – для талой. Примерно такая же зависимость наблюдается и в случае частоты 90 МГц. Тогда как для частоты 140 МГц наблюдаются слабые изменения при малых временах выдержки после полевого воздействия и очень существенные при максимально исследованной – 21 сутки. Для частоты 110 МГц талая вода проявила очень слабый отклик на полевое воздействие по сравнению с дистиллированной. Столь существенная дифференциация результатов полевого воздействия для талой воды и дистиллата, по-видимому, является следствием сложной внутренней организации как дистиллированной, так и талой воды. Учитывая тот факт, что, согласно современным моделям, структурная организация воды при температуре порядка 300 К является полиморфной, т.е. складывается из доменов типа $(H_2O)_n$, [16, с.840; 17, с. 491], можно предположить, что каждой доменной группе соответствует резонансная частота соответствующего вида осцилляции под действием внешнего электромагнитного поля. Это может приводить к перераспределению соотношения количества мономолекулярной воды (или соот-

ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЁМА ЗАКРИСТАЛЛИЗОВАННОЙ ВОДЫ КАК РЕЗУЛЬТАТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ. ВЛИЯНИЕ ПРЕДЫСТОРИИ ВОДЫ

ветствующего структурного домена) и полимолекулярного домена с определённым n . Результаты экспериментов иллюстрируют сложную зависимость восприятия водой полевого воздействия, в том числе в зависимости от происхождения жидкой воды: конденсационным путём либо расплавлением льда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Впервые показано, что восприимчивость воды к воздействию высокочастотного электромагнитного поля зависит от предыстории жидкой воды: является она результатом конденсации пара или результатом таяния кристаллов льда.

2. Для двух видов воды наблюдаются как совпадения в результатах полевого воздействия в зависимости от частоты поля и от времени выдержки после полевого воздействия, так и полное несоответствие. Следовательно, степень восприятия талой водой полевого воздействия меньше вследствие её более высокой организации после таяния льда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Классен В.И. Омагничивание водных систем : Москва : Химия, 1982. 296 с.
2. Мокроусов Г.М. Горленко Н.П. Физико-химические процессы в магнитном поле. Томск : Изд-во Томского ун-та, 1988. 128 с.
3. Духанин В.С. Исследование влияния магнитного поля на гидратацию ионов в растворах электролитов и на скорость некоторых химических реакций : автореф. дис. ... канд. хим. наук. Москва, 1973. С. 16.
4. Кокшаров С.А., Иванов В.В. Оценка эффекта магнитной обработки растворов по данным термохимии растворения электролитов // Журнал общей химии. 1997. Т. 67. (129). С. 20.
5. Саркис Г.Н. Структурные модели воды. М. : Издательство Успехи физических наук, 2006. № 8, С. 833–845.
6. Кристаллизация воды в магнитном поле / О.М. Розенталь [и др.] // Электронная обработка материалов. 1976. № 5. С. 50.
7. Бантыш Л.А. Особенности фазовых переходов вода-лед и вода-пар при действии постоянного магнитного поля // Электронная обработка материалов. 1977. № 5. С. 63.
8. Шипунов Б.П., Селиков К.В. Изменение объема воды и водных растворов под воздействием

постоянного магнитного поля и пониженной температуры // Известия АГУ, 2005, № 3(37). С. 100.

9. Горленко Н.П. Низкоэнергетическая активация цементных и оксидных вяжущих систем электрическими и магнитными полями : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Томск, 2007. С. 19.

10. Shipunov B.P., Ryabykh A.V. Change in the heat of D-glucose dissolution in water exposed to electromagnetic field // Вестник Карагандинского университета, Серия «Химия». № 1(97)/2020. DOI: 10.31489/2020Ch1/83-89.

11. Шипунов Б.П., Чащевая Ю.М. Влияние ВЧ поля на термодинамическую устойчивость кристаллогидратов хлорида кобальта // Журнал "Известия вузов. Физика". Том 57, № 7/2, 2014. С. 203.

12. Эйзенберг Д., Кауцман В. Структура и свойства воды. Ленинград : Гидрометеиздат, 1975. 280 с.

13. Зацепина Г.Н. Свойства и структура воды. Москва : Изд-во МГУ, 1974. 168 с.

14. Мосин О.В., Игнатов И. Загадки ледяных кристаллов // Сознание и физическая реальность, Т. 17, 2013 № 5. С. 26.

15. Shipunov. B.P., Zakharova M.V. Change in volume of water crystallization as a result of exposure to a high-frequency electromagnetic field // Вестник Карагандинского университета, Серия «Химия». №1(101)/2021. DOI: org/10.31489/2021Ch1/53-60.

16. Саркисов Г.Н. Структурные модели воды // Успехи физических наук, 2006, Т. 176, № 8. С. 840.

17. Корольков Д.В., Скоробогатов Т.А. Теоретическая химия. Санкт-Петербург : Изд-во Санкт-Петербургского ун-та, 2005. 655 с.

Информация об авторах

Б. П. Шипунов – кандидат химических наук, доцент кафедры физической и неорганической химии Алтайского государственного университета.

Ю. В. Терентьева – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физической и неорганической химии Алтайского государственного университета.

Information about the authors

B.P. Shipunov - Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical and Inorganic Chemistry, Altai State University.

Yu.V. Terentyeva - Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical and Inorganic Chemistry, Altai State University.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 15 июня 2023; одобрена после рецензирования 29 февраля 2024; принята к публикации 05 марта 2024.

The article was received by the editorial board on 15 June 2023; approved after editing on 29 Feb 2024; accepted for publication on 05 Mar 2024.