

УДК 628.163

Захватов Г.И. – доктор технических наук, профессор**Егоров Л.Я.** – кандидат химических наук, доцент

E-mail: avtel@kgasu.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Исследование магнитодинамического противонакипного эффекта**Аннотация**

Механизм противонакипного эффекта при магнитодинамической обработке воды исследовался на основе анализа углекислотного равновесия. Установлено, что эффективность процесса достигается при условии неравновесного состояния основных компонентов, входящих в систему углекислого равновесия. При магнитодинамическом воздействии происходит сдвиг компонентов в сторону равновесия. При этом образуются первичные кристаллы карбоната кальция, служащие центрами дальнейшей кристаллизации при нагревании воды в термических аппаратах.

Ключевые слова: противонакипная магнитная обработка, магнитодинамический эффект, углекислотное равновесие.

С целью изучения природы противонакипного эффекта проводились исследования изменений химических свойств природной воды и искусственных смесей после воздействия на них магнитного поля. Опыты проводились на установке с длинной рабочей зоны – 500 мм с целью обеспечения максимального по длительности эффекта. Скорость движения жидкости в поле во всех случаях, была взята равной $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, как и в большинстве действующих магнитных аппаратах.

Концентрация равновесной углекислоты – CO_2 , рассчитывалась по номограммам Апелыцина [1], а также по упрощенной методике с использованием табличных данных. Ряд расчетов был сделан с использованием теоретических представлений об углекислотном равновесии. Однако, как будет видно из сопоставления теоретических расчетных данных и табличных данных расхождения между этими значениями очень значительны. Учитывая определенные несовершенства теоретических расчетов, за основу были приняты табличные данные (теоретические данные даны для сравнения). Все анализы химического состава воды проводились методом объемного титрования с использованием общепринятых методик.

Обработка проводилась в магнитном поле $H = 660 \cdot 10^5 \text{ А}\cdot\text{м}^{-1}$, и при скорости движения жидкости – $1 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Необработанная смесь наравне с обрабатываемой прокачивалась в системе такое же время, но без магнитного воздействия, табл. 1.

Таблица 1

Данные химического состава смеси

Компонент	Концентрация без обработки, $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$	Концентрация после обработки, $\text{мг}\cdot\text{л}^{-1}$
Ca^{+2}	99,5	99,5
HCO_3^{-1}	268,5	268,5
pH	7,77	7,94
$\text{CO}_2 \text{ св}$	9,7	5,3
$\text{CO}_2 \text{ св (табл.)}$	7,0	5,0
Общее солесодержание	825	825

Из приведенных данных видно, что из всех химических компонентов наблюдается лишь небольшое увеличение pH (~0,2) и заметное уменьшение концентрации свободной углекислоты.

Измерение сопротивления раствора и емкости платинового электрода не показало никаких заметных изменений после магнитного воздействия (измерения проводились с помощью моста PS68).

Интересно было проследить подобное изменение для смесей другого состава. Так, например, была приготовлена смесь, содержащая 4 мг·экв·л⁻¹ Ca(HCO₃)₂. Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Данные для раствора Ca (HCO₃)₂ с концентрацией равной 4 мг·экв·л⁻¹

Компонент	Концентрация без обработки, мг·л ⁻¹	Концентрация после обработки, мг·л ⁻¹
Ca ⁺²	78	71,1
HCO ₃ ⁻¹	411	400
Щелочность	6,75	6,55
PH	8,2	8,2
CO ₂ св	10,6	7
CO ₂ св (табл.)	4,0	4,0
Общее солесодержание	756	756

Как видно из данных таблицы тенденция к уменьшению CO₂св. после обработки сохраняется. Заметно уменьшилось содержание ионов кальция и оксида.

Были рассмотрены более концентрированные смеси (содержание Ca (HCO₃)₂ – 8 мг·экв·л⁻¹).

Данные сведены в табл. 3. Видна также закономерность – уменьшение CO₂св., на этот раз несколько более значительная, а также небольшое уменьшение концентрации бикарбонат ионов.

Таблица 3

Данные для раствора Ca(HCO₃)₂ с концентрацией равной 8 мг·экв·л⁻¹

Компонент	Концентрация без обработки, мг·л ⁻¹	Концентрация после обработки, мг·л ⁻¹
Ca ⁺²	145	143
HCO ₃ ⁻¹	488	454
Щелочность	8	7,45
PH	8,14	8,14
CO ₂ св (табл.)	14,1	9,7
Общее солесодержание	1112	1112

Учитывая, что все подготовленные смеси по составу отвечали стехиометрическому составу Ca(HCO₃)₂ той или иной концентрации, было изучено поведение других смесей, в частности, содержащей недостаток бикарбонат иона. Исходя из состава (мг·л⁻¹). Данные приведены в табл. 4.

Таблица 4

Данные для смеси, с недостатком HCO₂⁻¹ – ионов

Компонент	Концентрация без обработки, мг·л ⁻¹	Концентрация после обработки, мг·л ⁻¹
Ca ⁺²	146	148
HCO ₃ ⁻¹	244	256
Щелочность	4,0	4,25
PH	8,08	8,07
CO ₂ св	7,92	5,28
CO ₂ св (табл.)	3,0	
CO ₂ агр	20	
Общее солесодержание	776	

Для данной смеси уже наблюдаются заметные отклонения. Это, прежде всего, касается небольшого увеличения бикарбонат-ионов и ионов кальция после магнитного воздействия, а также относительно небольшое (по абсолютной величине) уменьшение CO_2 св. В данной таблице приведено впервые определенное по таблицам значение концентрации агрессивной углекислоты – CO_2 агр., из чего следует, что содержание свободной углекислоты далеко от равновесного.

Ниже приводятся данные для смесей различного состава с использованием данных по термодинамическому расчету равновесного содержания углекислоты – CO_2 равн., табл. 5.

Таблица 5

Компонент	Концентрация без обработки, мг·л ⁻¹	Концентрация после обработки, мг·л ⁻¹
Ca^{+2}	153	155
HCO_3^{-1}	241	238
Щелочность	3,95	3,9
CO_2 св.	7	6,3
CO_2 св. (табл.)	3	
CO_2 равн.	3,0	
CO_2 агр.	-27	
CO_2	18	
Общее солесодержание	688	688
pH	8,07	8,07

Из табличных данных следует, что изменение CO_2 св. практически не происходит (очень незначительно), несмотря на то, что концентрация ее далеко от равновесной.

Большой интерес представляло исследование систем, содержащих агрессивную кислоту, так как в этом случае концентрация свободной углекислоты больше равновесной. Смесь, отвечающая этому условию, была получена путём подкисления её соляной кислотой.

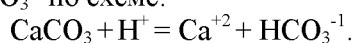
Смесь подкислялась соляной кислотой до pH = 6,55. Результаты магнитной обработки такой смеси приведены в табл. 6.

Таблица 6

Обработка смеси, содержащей агрессивную CO_2

Компонент	Концентрация без обработки, мг/л	Концентрация после обработки, мг/л
Ca^{+2}	76,1	83,9
HCO_3^{-1}	48,8	54,9
Щелочность	0,8	0,9
CO_2 св.	22	13,2
CO_2 рав. табл.	2,5	
CO_2 агр	18,1	
pH	6,55	6,7
Общее солесодержание	800	800

Наиболее характерной особенностью здесь является заметное возрастание концентрации ионов Ca^{+2} и HCO_3^{-1} после магнитного воздействия. Это очевидно связано со сдвигом углекислотного равновесия в сторону растворенного содержания с образованием ионов Ca^{+2} и HCO_3^{-1} по схеме:



Другой особенностью является резкое падение содержания свободной углекислоты в растворе (с 22 мг·л⁻¹ до 13,2 мг·л⁻¹), что объяснить можно лишь большим избытком углекислоты в растворе по сравнению с равновесным значением (концентрация агрессивной углекислоты 18,1 мг·л⁻¹).

С целью сопоставления данных, полученных для искусственных смесей были проведены эксперименты по воздействию магнитного поля на водопроводную воду. Ниже приводятся данные для водопроводной воды с температурой 26 °С (табл. 7).

Таблица 7

Данные для водопроводной воды при T = 26 °С

Компонент	Концентрация без обработки, мг·л ⁻¹	Концентрация после обработки, мг·л ⁻¹
Ca ⁺²	73,5	80,4
HCO ₃ ⁻¹	167,8	183
Щелочность	2,7	3,0
pH	7,33	7,87
CO ₂ св.	11,4	12,3

Таблица 8

Данные для водопроводной воды при T = 9°С

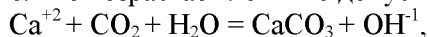
Компонент	Концентрация без обработки, мг·л ⁻¹	Концентрация после обработки, мг·л ⁻¹
Ca ⁺²	85,3	73,5
HCO ₃ ⁻¹	88,5	88,5
Щелочность	1,45	1,45
pH	6,47	6,62
CO ₂ св.	41,8	32,5

Как видно из таблиц 7 и 8 результаты здесь различные. Прежде всего, необходимо отметить значительное увеличение концентрации Ca⁺², табл. 1, 7 что можно отнести лишь за счет растворения кристаллической фазы CaCO₃ в результате магнитного воздействия при температуре 26 °С и одновременно некоторое увеличение концентрации бикарбонат-ионов, что не удивительно, если учесть возможную реакцию CaCO₃ + H⁺ = Ca⁺² + HCO₃⁻¹ процесс, который должен сопровождаться увеличением pH, что и наблюдается в эксперименте.

В то же время наблюдается увеличение, правда незначительное, содержания свободной углекислоты – случай чрезвычайно редкий после воздействия магнитного поля.

С другой стороны, воздействие поля на водопроводную воду при температуре 9°С приводит к противоположным результатам. Содержание Ca⁺² заметно падает также как и уменьшение концентрации свободной углекислоты.

Концентрация бикарбонат-ионов остается неизменной. Учитывая тот факт, что pH после обработки все же несколько возрастает логично допустить следующую реакцию:



что связывается с уменьшением концентрации CO₂св. Таким образом можно сделать следующие выводы:

1. Магнитное воздействие приводит к заметному изменению углекислотного равновесия.

2. Как правило, в отсутствие агрессивной углекислоты происходит заметное уменьшение содержания CO₂св. В случае наличия агрессивной углекислоты возможно возрастание концентрации свободной углекислоты.

3. При отсутствии агрессивной углекислоты происходит уменьшение концентрации ионов Ca⁺² после магнитного воздействия, либо же концентрация их остается неизменной. Это обстоятельство нужно отнести за счет образования кристаллической фазы CaCO₃ и это таким образом может служить в качестве индикатора магнитной обработки для получения противонакипного эффекта.

4. Наблюдается изменение содержания HCO₃⁻¹-ионов после магнитного воздействия. Уменьшение содержания бикарбонат-ионов.

Список библиографических ссылок

1. Мосин О.В., Игнатов И.С. Структура воды и физическая реальность. Сознание и физическая реальность, 2011, Т. 16, № 9. – С. 16-32.
2. Кошоридзе С.И., Левин Ю.К. Физическая модель снижения накипеобразования при магнитной обработке воды в теплоэнергетических устройствах. Теплоэнергетика, 2009, № 4. – С. 66-68.
3. Мосин О.В. Магнитные системы обработки воды. Основные перспективы и направления. Сантехника, 2011, № 1. – С. 21-25.
4. Wilhite A.W., Fong E.A. Coercive Citation in Academic Relishing. Science 335 (6068), 2012. – P. 542.
5. Douglas N., Kristine K. Nefarious Numbers. Notices of the American Mathematical Society, № 58. – P. 434-437.
6. Serenko F., Dohan M. Comparing the expert survey and citation impact journal ranking methods. Journal of informatics, 2011, № 5. – P. 629-648.
7. Lower S. Magnetic water treatment and pseudoscience. Chem 1 Ware Systems Limited, 2009. – P. 05-01.
8. Chaplin M. Descaling of Water. Water Structure and Science. London South Bank University. Retrieved, 2012. – P. 03-26.

Zahvatov G.I. – doctor of technical science, professor

Egorov L.Y. – candidate of chemical sciences, associate professor

E-mail: avtel@kgasu.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

The investigation of magnetic dynamic antifur mechanism

Resume

The results of investigation of magnetic dynamic antifur mechanism are described. This mechanism is analyzing on the base of carbonic acid balance. The water solutions, containing different basic components are investigated. As it was established anti fur effect may be reach only for stems with carbonic acid deficit. It is characteristic for most cases, when CO₂ deficit make place. The explanation connects with the forming base crystals of CaCO₃, as a result of magnetodynamic treatment. This base crystals in water bulk under heating in a heat supply form weight particles in the water bulk.

For the case, when CO₂ content is surplus, so named «aggressive CO₂» base crystals of CaCO₃ is not forming. Magnetodynamic treatment for this water is not effective. The base conclusion in this article – magnetodynamic treatment must use for water, when carbon balance acid is shifted in the side of deficit free CO₂. In this connect it is possible determine optimal conditions for magnetodynamic treatment, using the carbon acid balance analysis.

The energetic influence of magnetodynamic treatment is small and it may be effective only for non balance systems.

Keywords: magnetodynamic treatment, anti fur effect, carbonic balance, heating supply.

Reference list

1. Mosin O.V., Ignatiev I.S. The structure of water and physical realities. Intellect and physical reality, 2011, 16, № 9. – P. 16-32.
2. Kosheridze C.I., Levin Iu.K. Physical methodic decreasing of fur forming at magnetic treatment in the heat energetic supplies. Teploenergetica, 2009, № 4. – P. 21-25.

3. Mosin O.V. The magnetic systems of water treatment. Basic perspectives and directs. Santechnica, 2011, № 1. – P. 21-25.
4. Wilhite A.W., Fong E.A. Coercive Citation in Academic Relishing. Science 335 (6068), 2012. – P. 542.
5. Douglas N., Kristine K. Nefarious Numbers. Notices of the American Mathematical Society, № 58. – P. 434-437.
6. Serenko F., Dohan M. Comparing the expert survey and citation impact journal ranking methods. Journal of informatics, 2011, № 5. – P. 629-648.
7. Lower S. Magnetic water treatment and pseudoscience. Chem 1 Ware Systems Limited, 2009. – P. 05-01.
8. Chaplin M. Descaling of Water. Water Structure and Science. London South Bank University. Retrieved, 2012. – P. 03-26.