УДК 504:628.16.086.4

Вплив характеристик магнітного поля при обробці води на показники капілярно-пористих та колоїдних капілярно-пористих тіл

Е. С. Малкін[1], Н. Є. Журавська [2]
[1]д.т.н., проф., Київський національній університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, saodhar@gmail.com
[2]к.т.н., доц., Київський національній університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, nzhur@ua.fm

Анотація. Технологічні системи з омагніченням води дають нестабільні результати. Причиною цього є недостатні дослідження впливу параметрів омагнічення води. У роботі сформульовано гіпотези про доцільність застосування високочастотних електромагнітних полів для посилення їхнього впливу на зміну структури води і покращення стійкості цього процесу. Розроблено теоретичні положення щодо вибору параметрів омагнічення води. Проведено експериментальні дослідження з використанням води, обробленої у високочастотних електромагнітних полях, для капілярно-пористих тіл і колоїдних капілярно-пористих тіл. Виконано аналіз впливу різних характеристик магнітного поля при обробці води на показники капілярно-пористих тіл. Запропоновано рекомендації щодо вибору доцільних параметрів процесу омагнічення води. Експериментально показано покращення характеристик отриманих матеріалів при використанні омагніченої води. Результати роботи дозволяють широко впроваджувати омагнічення води для теплопостачання та в технологічних процесах.

Ключові слова: *омагнічена вода, індукція магнітного поля, частота коливань.*

Вступ. Практичне застосування омагніченої води в різних галузях промисловості відомо понад 70 років [1-6]. Однак, технологічні системи з омагніченням води дають нестабільні результати роботи при застосуванні, оскільки необхідні параметри омагнічення води недостатньо вивчені. Крім цього, результатом підбору параметрів, що далекі від оптимальних, є висока вартість, громіздкість і мала пропускна спроможність таких систем. Ці результати не дають можливості широко впроваджувати апарати омагнічення води у водяних системах теплопостачання. Таким чином, виникає задача визначення необхідних параметрів омагнічення води, що забезпечують стабільність результатів, компактність, максимальну продуктивність і доступну вартість таких систем

Актуальність дослідження. Розробка та впровадження енергоефективних, екологічних і технологічно безпечних водяних систем теплопостачання для різних галузей виробництва є актуальною проблемою розвитку промисловості України та світу.

Останні дослідження та публікації. Взаємозв'язок між магнітними властивостями і будовою речовини розглянув проф. Я. Г. Дорфман [7]. Однак, поряд зі значними досягненнями в наукових і практичних дослідженнях, при застосуванні омагніченої води у багатьох галузях господарства відзначалися випадки нестабільності результатів. Це пояснюється недостатньо чіткими гіпотезами що-

до моделі структури води, а отже, щодо результатів впливу на неї магнітних полів.

Для більш чіткого пояснення можливості застосування робіт Я. Г. Дорфмана його положення базують на класичній праці щодо структури води його вчителя проф. Я. І. Френкеля [8]. Останній вважав, що рідина за своєю структурою ближча до твердого тіла ніж до газів. У рідинах, як і у твердих тілах, теплові коливання частинок відбуваються навколо деяких положень рівноваги. Причому, на відміну від твердих тіл, в рідинах частинки, які коливаються, не залишаються на одному місці тривалий час, а стрибкоподібно переміщуються з одного положення рівноваги до іншого. Час коливання частинок навколо одного положення коливання визначається [8]:

$$\tau = \tau_0 \exp(E/(kT)), \text{ с} \qquad (1)$$

де τ_0 – період коливання частинок, с; E – енергія, необхідна для переміщення частинок з одного положення рівноваги до іншого, Дж; k – константа Больцмана, Дж/К; T – абсолютна температура рідини, К. Для води $\tau_0 = 1{,}4 \cdot 10^{-12}$ с, та $\tau = 1{,}7 \cdot 10^{-9}$ с.

На підставі отриманого Я. І. Френкелем співвідношення (1) випливає, що кожна молекула води, перш ніж відбудеться її переміщення з одного положення рівноваги до іншого, зробить у первинному положенні 1000 коливань. На цій підставі Я. І. Френкель зробив висновок, що частинки води ведуть в основному «осілий спосіб життя». Застосовуючи цей висновок для води, з урахуванням виниклого пізніше вчення про кластерні її структури можна припустити, що для руйнування кластерів зі значною економією теплової енергії необхідно забезпечити коливання молекул води з частотою понад 1 кГц. У цьому випадку порушиться збереження рівноваги, і кластери будуть інтенсивно руйнуватись.

При обробці води високочастотними електромагнітними полями з частотою, яка значно перевищує 1 кГц, має різко скоротитися час створення мономолекулярної води молекулами, відмінними від «диполя», тобто зарядженими. Цей процес має набути стабільності.

Формулювання цілей статті. Провести порівняльні дослідження оптимізації процесу омагнічення води на апаратах з високою напруженістю та високою частотою поля. Провести дослідження бетонних зразків протягом часу набору міцності з використанням омагніченої води, виготовленої на цих апаратах, для подальшого практичного застосування отриманих бетонів [10].

Матеріали та методи. Для порівняльної характеристики дії магнітного поля при обробці води на показники бетонних виробів проведені випробовування різних апаратів омагнічення води.

Омагнічена вода отримувалася на стенді з використанням високочастотних електромагнітних апаратів, які можуть працювати незалежно один від одного (рис. 1):

- апарат «І», з режимом ОЧ-2, з частотою 9 кГц [9];
- апарат «С», з частотою 3-32 кГц.

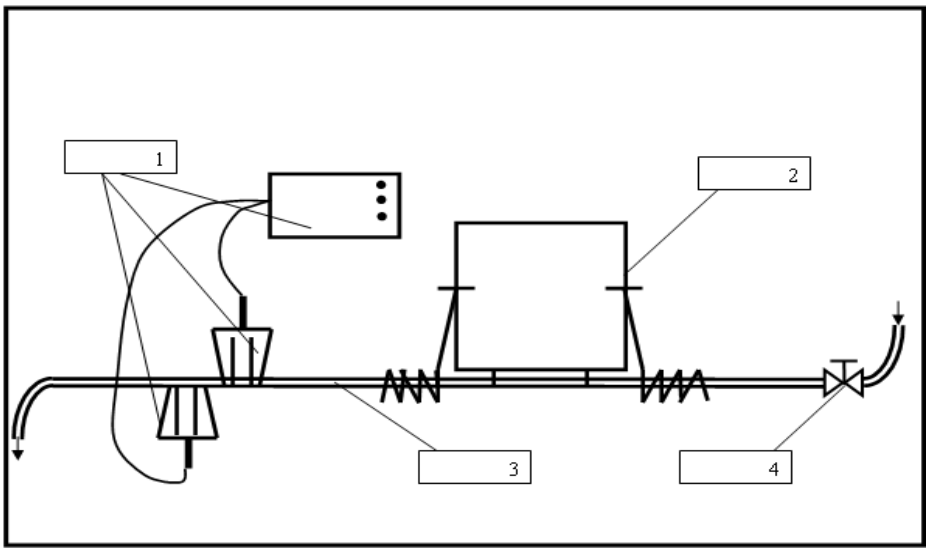

Рис. 1. Стенд для приготування омагніченої води:
1 - апарат «І»; 2 - апарат «С»; 3 - водопровід; 4 – вентиль

Також омагнічену воду отримували на апараті «ЕК», що розроблений В. В. Савченком, доцентом Національного університету біоресурсів і природокористування України, з індуктивністю постійного магнітного поля 0,49 Тл (рис. 2).

Для експерименту були використані зразки бетонних кубів з ребром 70 мм, виготовлених за рецептурою (для 1 м^3 бетону) двома способами: з використанням звичайної та омагніченої води [9]. Визначення міцності зразків на стиснення виконувалося на пресі згідно з чинними стандартами.

Результати досліджень. На рис. 3 наведені результати цих досліджень для зразків, виготовлених з омагніченою водою апарату «ЕК», без пропарки; зразків, виготовлених з омагніченою водою апарату «І» у режимі ОЧ-2, без пропарки; зразків, виготовлених з омагніченою водою від апарату «С», без пропарки; зразків зі звичайної водою, без пропарки та з пропаркою.

Експериментальні дослідження показали, що зразки бетону з омагніченою водою, обробленою апаратом «ЕК», мають найгірші результати при наборі міцності. Зразки бетону з омагніченою водою, обробленою апаратами «С» та «І» з застосуванням високочастотних електромагнітних полів (без пропарки), показали підвищення міцності бетону на 10…25 % порівняно із зразками, виготовленими із звичайною водою з пропаркою.

Оскільки вода, особливо її розчини та суміші з неї, є дуже складною системою, яка важко піддається теоретичному дослідженню і не відповідає нашим поглядам на процеси обробки, важко отримати результати необхідних технологічних систем обробки в магнітному полі домішок. Тому на першому етапі робиться обробка чистої води в полі, а потім, у разі необхідності, на базі цієї води створюються розчини або суміші, необхідні для обробки.

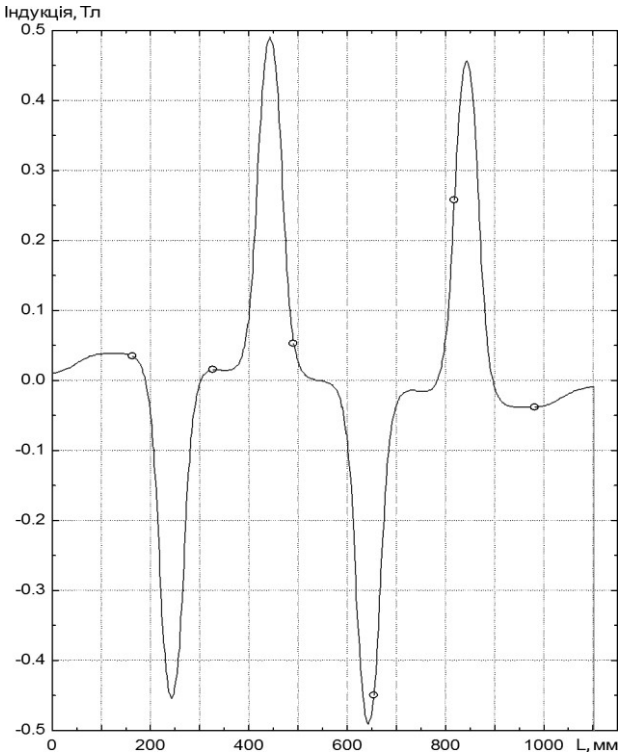

Рис. 2. Залежність зміни магнітної індукції у центрі повітряного зазору вздовж осі транспортера апарату «ЕК»

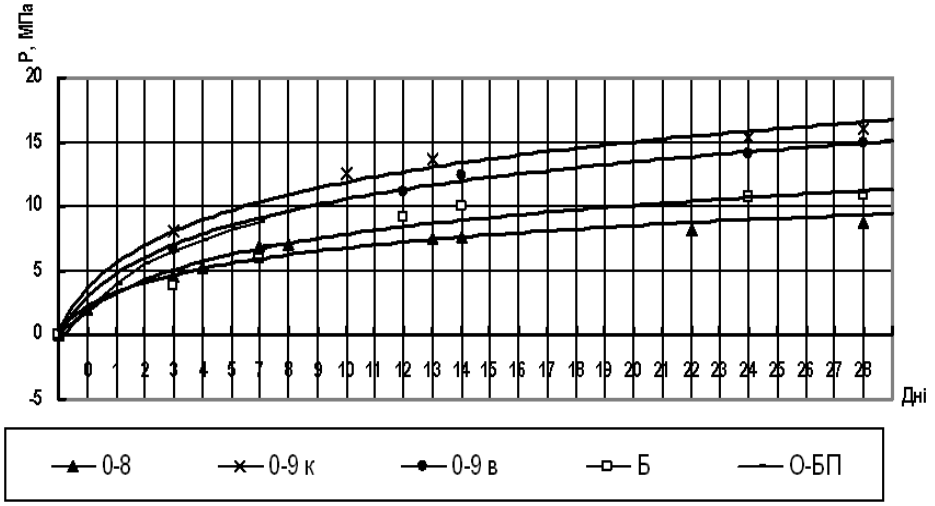

Рис. 3. Залежність міцності зразків від часу: 0-8 - зразки, виготовлені з омагніченою водою апарату «ЕК»; 0-9в – зразки, виготовлені з омагніченою водою апарату «І» з позиції ОЧ-2, без пропарки; 0-9к - зразки виготовлені з омагніченою водою апарату «С», без пропарки; Б - зразки зі звичайної водою; 0-БП - зразки зі звичайної водою з пропаркою

У подальшому запропоновані процеси обробки в магнітних полях очищеної й пом'якшеної води з наступним отриманням необхідних розчинів та сумішей на її основі.

Згідно з кінетичною теорією рідин Френкеля й теорією ймовірності Больцмана та відповідно до наведеної формули (1), для переходу води в інше структурне положення необхідно, щоб її мікрочастинки (атоми, молекули) зробили не менше 1000 коливань. Таким чином, для досягнення мінімальної довжини шляху води в апараті необхідно враховувати швидкість руху води та частоту електромагнітного поля. Приймаємо швидкість руху води 0,3…1,5 м/с, підраховуємо частоту коливань електромагнітного поля 1,0…*X* кГц. Число коливань молекул води:

$$\tau'_0 = \tau'_1 \, \ell_{np} / \omega, \qquad (2)$$

де τ'_1 – необхідне число коливань електричного струму, кГц; ℓ_{np} – довжина шляху води в електромагнітному полі, мм; ω – швидкість руху води, м/с.

Тобто, маючи частоту коливань електромагнітного поля $\geq 1{,}0\ldots X$ кГц, отримуємо зміну структури води до мономолекулярної. Що стосується індукції магнітного поля, то її, лише дуже приблизно, на даний момент можна підрахувати для атомів кисню. Тому, з нашої точки зору, можна прийняти за результатами експериментальних досліджень параметри магнітної обробки чистої води [9] 200…*Y* мТл.

Висновки. Використання омагніченої води призводить до покращення екологічної безпеки техноприродних виробничих систем водяного теплопостачання та підвищення якості виробів. Це дозволить використовувати омагнічену воду для створення енергоефективних технологій виготовлення екологічних матеріалів.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому планується розробити наукові концепції техногенної безпеки виробничих систем.

Література

1. Миненко В. И. Магнитная обработка водно-дисперсных систем / В. И.Миненко. – Київ : Техніка, 1970. – 168 с.

2. Классен В. И. Вода и магнит / В. И. Классен. – Москва : Наука, 1973. – 112 с.

3. Стукалов П. С. Магнитная обработка воды / П. С. Стукалов, Е. В. Васильев, Н. А. Глебов. – Ленинград : Судостроение, 1969. – 192 с.

4. Тебенихин Е. Ф. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике / Е. Ф. Тебенихин, Б. Т. Гусев. – Москва : Энергия, 1970. – 144 с.

5. Давидзон М. И. Электромагнитная обработка водных систем в текстильной промышленности / М. И. Давидзон. – Москва : Легпромбытиздат, 1988. – 178 с.

6. Помадкин В. А. Об использовании магнитоактивированной воды для затворения бетонных смесей // Бетон и железобетон. – 1998. – № 3. – с. 26 - 27.

7. Дорфман Я. Г. Магнитные свойства и строение вещества / Я. Г. Дорфман. – Москва : Государственное издательство технической литературы, 1955. – 377 с.

8. Френкель Я. И. Кинетическая теория жидкостей / Я. И. Френкель. – Москва - Ленинград : издательство АН СССР, 1966. – 409 с.

9. Журавская Н. Е. Использование омагниченной воды в капиллярно-пористых материалах / Н. Е.Журавская // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. зб. / Київський національний університет будівництва і архітектури. – 2014. – Вип. 53. – с. 167-172.

10. Zhuravska N. Protection of building materials against biodeterioration using energy saving nanotechnology / N. Zhuravska // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2014. – Vol. 13, № 8. – p. 145-152.

References

1. Minenko V. I. *Mahnitnaia obrabotka vodno-dispersnykh sistem*. Tekhnika, 1970.

2. Classen V. I. *Voda i mahnit*. Nauka, 1973.

3. Stukalov P. S., Vasiliev E. V., Glebov N. A. *Mahnitnaia obrabotka vody*. Sudostroenie, 1969.

4. Tebenihin E. F., Gusev B. T. *Obrabotka vody mahnitnym polem v teploenerhetike*. Energiia, 1970.

5. Davydzon M. I. *Elektromahnitnaia obrabotka vodnykh sistem v tekstilnoi promyshlennosti*. Lenprombytizdat, 1988.

6. Pomadkin V.A. "Ob ispolzovanii mahnitoaktivirovannoi vody dlia zatvorenyia betonnykh smesei." *Beton y zhelezobeton*, no. 3, 1998.

7. Dorfman Ya. G. *Mahnitnye svoistva i stroenie veshchestv*. Hosudarstvennoe izdatelstvo tekhnicheskoi literatury, 1955.

8. Frenkel Ya. I. *Kinetic theory of liquids*. Izdatelstvo AN SSSR, 1966.

9. Zhuravskaia N. E. "Ispolzovanie omagnichennoi vody v kapilliarno-poristykh materialakh." *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*: *Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, Iss. 53, Kyiv National University of Construction and Architecture, 2014, pp. 167-172.

10. Zhuravska N. "Protection of building materials against biodeterioration using energy saving nanotechnology." Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture, Vol. 13, no. 8, 2014.

УДК 504:628.16.086.4

Влияние характеристик магнитного поля при обработке воды на показатели капиллярно-пористых и коллоидных капиллярно-пористых тел

Э. С. Малкин[1], Н. Е. Журавская[2]

[1]д.т.н., проф., Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, saodhar@gmail.com

[2]к.т.н., доц., Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, nzhur@ua.fm

Аннотация. Технологические системы с омагничиванием воды дают нестабильные результаты. Причиной этого является недостаток исследований влияния параметров омагничивания воды. В работе сформулированы гипотезы о целесообразности применения высокочастотных электромагнитных полей для усиления их влияния на изменение структуры воды и для улучшения устойчивости этого процесса. Разработаны теоретические положения по выбору параметров омагничивания воды. Проведены экспериментальные исследования с использованием воды, обработанной в высокочастотных электромагнитных полях, для капиллярно-пористых тел и коллоидных капиллярно-пористых тел. Выполнен анализ влияния

различных характеристик магнитного поля при обработке воды на показатели капиллярно-пористых тел. Предложены рекомендации по выбору целесообразных параметров процесса омагничивания воды. Экспериментально показано улучшение характеристик полученных материалов при использовании омагниченной воды. Результаты работы позволяют широко внедрять омагничивание воды для теплоснабжения и в технологических процессах.

Ключевые слова: омагниченная вода, индукция магнитного поля, частота волновых колебаний.

UDC 504:628.16.086.4

Influence of magnetic field characteristics during water treatment on the parameters of capillary-porous and colloidal capillary-porous bodies

E. Malkin[1], N. Zhuravska [2]
[1]Sc.D, professor, National University of Construction and Architecture, City Kiev, Ukraine, saodhar@gmail.com
[2]PhD, associate professor, National University of Construction and Architecture, City Kiev, Ukraine, nzhur@ua.fm

Abstract. Technological systems with water magnetization give unstable results. The reason is a lack of research of the influence of the water magnetization parameters. The hypotheses on expediency of application of high-frequency electromagnetic fields for strengthening their influence on water structure change and improving the stability of this process are formulated in the work. Theoretical positions of the selection of water magnetization parameters have been developed. Experimental studies using water treated in high-frequency electromagnetic fields for capillary-porous bodies and colloidal capillary-porous bodies have been carried out. The analysis of the effect of various characteristics of the magnetic field during water treatment on the performance of capillary-porous bodies is performed. Recommendations are offered on the choice of the appropriate parameters of the process of water magnetization. Experimentally, the improvement in the characteristics of the obtained materials is shown when using magnetized water. The results of the work allow wide implementation of the magnetization of water for heat supply and in technological processes.

Keywords: magnetic water, magnetic field, frequency wave oscillations.

Надійшла до редакції 09 червня 2017 р.