

УДК 696.463.677

ЕНЕРГОРЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ ВОДИ В ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА МАГНІТНИХ ПОЛЯХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВОДЫ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЯХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

ENERGY-SAVING AND RESOURCE-SAVING OF TECHNOLOGIES OF TREATMENT OF WATER IN THE ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS FOR PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS

Журавська Н.Є., ст.викл. (Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ)

Журавская Н.Е., ст.преп. (Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев)

Zhuravska N.E., senior teacher (Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv)

Наведені результати ресурсозберігаючих технологій для підвищення міцності бетону; наданий розрахунок обладнання для обробки води в електричному та магнітному полях для її пом'якшення та очищення. Приведені результати ресурсозберігаючих технологій для підвищення прочності бетону, представлений розрахунок установок по обробке води в електрических и магнитных полях для ее смягчения и очистки.

Results over of resource-saving technologies are brought for the increase of durability of concrete and reduction, the calculation of options is given on treatment of water in the electric and magnetic fields for her softening and clearing.

Ключові слова:

Енергозбереження, міцність бетону, електричні та магнітні поля.
Энергосбережение, прочность бетона, электрические и магнитные поля.
Energy-saving, durability of concrete, electric and magnetic fields.

Вступ. Україна за рахунок своїх національних ресурсів може забезпечити до 50% потреби в паливі при сучасному рівні його споживання.

Зменшити витрати енергоносіїв в будівництві за рахунок енергозбереження енергоспоживання можливо шляхом впровадження

інноваційних технологій - застосування омагніченої води для виготовлення будівельних матеріалів, для отримання комплексних результатів високої якості, надійності, безпеки для здоров'я людини та її комфорту.

Аналіз останніх джерел. В колишньому СРСР проблемами теорії та практики магнітної води почали займатися з 50-х років минулого сторіччя [1]. В будівництві основна увага приділялась виробництву будівельних матеріалів: цементний камінь, бетон, гіпс, цегла тощо. В 1962 р. Б.А.Нейманом було розпочато застосування омагніченої води в будівництві при виробництві бетону. Зараз магнітноактивована вода застосовується провідними підприємствами для виробництву бетону, цементу, гіпсу, плит з використанням гіпсових в'язучих. Будівельні матеріали є складними фізико-хімічними системами, властивості яких залежать від природи в'язучої речовини, добавок, технологічних властивостей води замішування, температури та інших факторів. Кінетика, механізм і природа процесів твердіння матеріалів складні.

Дія магнітної обробки води проявляється не тільки в процесах схоплювання і наростання міцності зразків, але в якості виготовлення виробів. Міцність виробів, отримана із застосуванням магнітної обробки води при замішуванні, змінюється. І.А.Нельсон та інші встановили, що міцність бетону зростає в межах 10...40% [1]. За даними Ю.В.Лізунова підприємствами управління "Саратов-Держбуд" з застосуванням омагніченої води було виготовлено 1 млн. 700 тис. м³ рідкого бетону, економія за витратами води становила 4,5...6,5%, знижене водоспоживання [2].

При багатократному обстеженні будівельних конструкцій та споруд, житлових будинків, тваринницьких ферм, компостних цехів, об'єктів м'ясо-молочної промисловості та інших, виявлені старіння, руйнування будматеріалів, порушення мікроклімату приміщень (збільшення різноманітних та чисельних мікроорганізмів, які викликають біопшкодження будівельних матеріалів і споруд), що веде до економічних збитків (рис. 1).



Рис. 1. Біопшкодження: а - житлового приміщення, б – свинокомплексу

Мета і задачі досліджень. Метою експериментально-теоретичних досліджень є визначення реальних параметрів та технологічних режимів омагнічення води високочастотними електромагнітними апаратами, яка використовується при виготовленні бетонних сумішей. Також необхідно розробити методику розрахунку установок для обробки води в електричному та магнітному полях для її пом'якшення та очищення.

Матеріали та методи випробувань. В експериментальних дослідженнях бетонні зразки були виготовлені з використанням звичайної води (I-й склад) та використанням омагніченої води (II-й склад).

Омагнічена вода була виготовлена при протіканні по трубопроводу водопровідної води, який проходить через магнітне поле, створене за допомогою високочастотних електромагнітних апаратів. У відповідності до цього були проведені виміри характеристик магнітного поля, які мають дві позиції апарата: очищення 1 (ОЧ1), очищення 2 (ОЧ2). Конфігурація сигналу складається з високочастотних імпульсів, які генерують поля від 0,23 Тл до 0,43 Тл. При режимі очищення 2 кількість імпульсів у пакеті в два рази більший від режиму очищення 1.

Дослідні зразки-куби з ребром 20 мм (рис.2), які виготовлені з використанням омагніченої води, використовувались для дослідження дії мікробіологічної корозії та розробки способів боротьби з нею. Виконано експериментальне визначення кількості бактеріальної та грибної (мікроміцетної) мікрофлори дослідних зразків бетонних композицій.

Дослідні зразки-куби з ребром 70 мм готувались партіями з пропарюванням і без пропарювання (рис.2).



Рис. 2. Зразки кубу з ребром 70 мм та 20 мм

Для пропарювання використовувалася установка періодичної дії для тепло-вологісної обробки бетону (ямна камера конструкції ПДК-КІСІ).

Визначення міцності зразків на стиск виконувалось на пресі згідно з чинними стандартами. Міцність зразків, виготовлених на омагніченій воді на 7 день більша на 20...40% від міцності зразків, виготовлених на звичайній воді на 7 день. На 7...11 день зразки, виготовлені на омагніченій воді, набирають міцність, як зразки на звичайній воді на 28 день. Міцність зразків на 28 день, виготовлених на омагніченій воді, більше на 7...12% від зразків, виготовлених на звичайній воді. На рис. 3 показана залежність міцності зразків від часу, серія «б, Б» - зразки, виготовлені за класичною технологією, з використанням звичайної води (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 - номер експериментальної серії). Б-6П - зразки, виготовлені за класичною технологією, серії № 0, 6 - з використанням пропарювання; Б-ОП - зразки, виготовлені за класичною технологією; б-1, В/Ц = 0,72; б-2, В/Ц = 0,61 (-15%, від запропонованої рецептури), б-3, В/Ц = 0,66 (-7,5%, від запропонованої рецептури); б-4, В/Ц = 0,74 (з добавкою «б» 0,14%); б-5, В/Ц = 0,71 (шлакопортланцемент); б-6, В/Ц = 0,71 (шлакопортланцемент); б-0, В/Ц = 0,77 (з порушеною структурою цементу, більше 4 місяців не використаний).

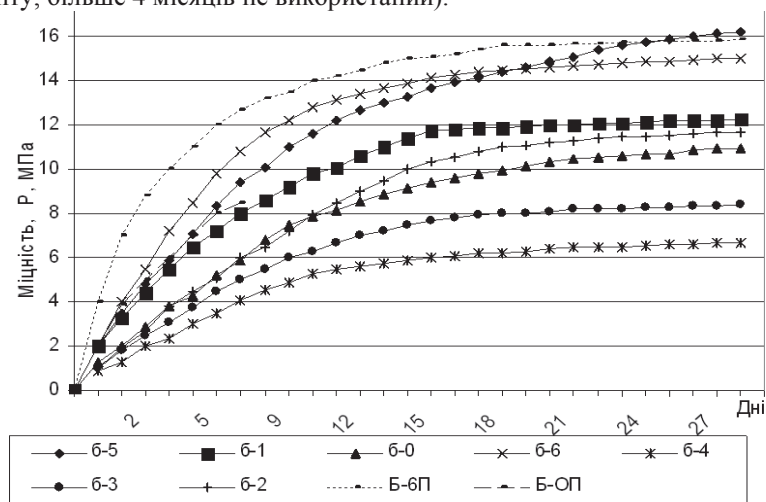


Рис. 3. Залежність міцності зразків від часу.

На рис. 4 показана залежність міцності зразків на омагніченій воді, від часу. Серія «О» - зразки, виготовлені на омагніченій воді (1, 2, 3, 4, 5, 6 - номер експериментальної серії), діапазон роботи високочастотних електромагнітних апаратів з позиції очищення 2 (ОЧ2) (режим установки) б-ОП, ОЧ1 - зразки, виготовлені на омагніченій воді, серії № 6, з використанням пропарювання, з режимом установки ОЧ1; б-ОП, ОЧ2 - зразки, виготовлені на омагніченій воді, серії № 6, з використанням пропарювання, з режимом установки ОЧ2; б-О, ОЧ1; б-О, ОЧ2 - зразки, виготовлені на омагніченій воді, серії №6, з режимами установки ОЧ1, ОЧ2;

О-ОП - зразки, серії № О, з використанням пропарювання; 1-О, В/Ц = 0,72; 2-О, В/Ц = 0,61 (-15%); 3-О, В/Ц = 0,66 (-7,5%); 4-О, В/Ц = 0,74 (з добавкою «б» 0,14%); 5-О, В/Ц = 0,71 (шлакопортландцемент); О-0, В/Ц = 0,77 (з порушеною структурою цементу), 6-О, В/Ц = 0,71 (шлакопортландцемент).

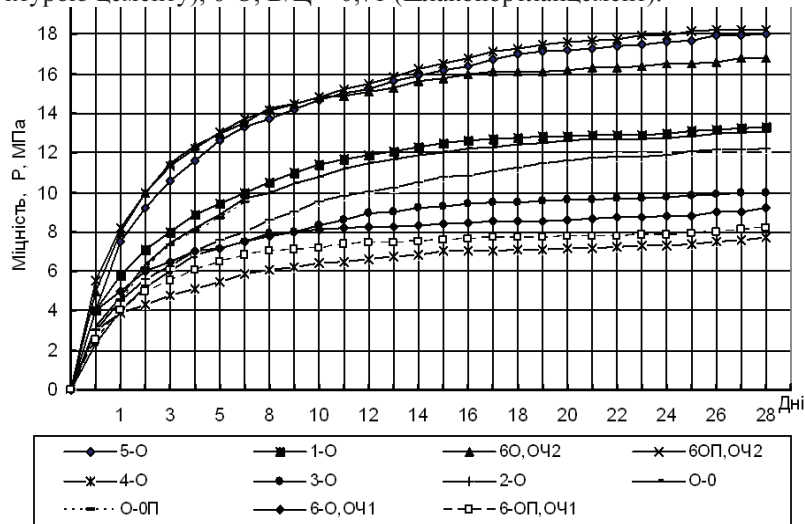


Рис. 4. Залежність міцності зразків на омагніченій воді від часу

В результаті проведених досліджень, було підтверджено ефективність застосування діапазону роботи високочастотних електромагнітних апаратів. В відповідності до цього були проведені виміри характеристик магнітного поля, які мають дві з позиції очищення 2 (ОЧ2) (режим установки). ОЧ2, є найбільш ефективним режимом у порівнянні з ОЧ1. Цей режим рекомендується пріоритетним для підвищення міцності бетонних зразків. Міцність зразків, виготовлених на омагніченій воді на 7...28 день для усіх серій показало стабільне підвищення на 10...40% міцності зразків, у порівнянні зі зразками, виготовлених на звичайній воді. Застосування води, обробленої високочастотними електромагнітними полями, дозволяє знизити енергетичні витрати при теплової обробці бетону (пропарювання).

Обробка води в електричному та магнітному полях здійснюється для її пом'якшення та очищення. Для інженерного вирішення даної проблеми слід застосовувати відповідні установки, параметри яких визначаються за наведеними нижче методиками розрахунку. Окремо представлена методика розрахунку установок для обробки води в полі постійного електричного струму та методика розрахунку установок для обробки води в полях природних магнітів.

Для розрахунку установок по обробки води в полі постійного електричного струму запропонована методика, яка базується на декількох

основних положеннях, обґрунтованих на базі аналізу літературних джерел [3...6, 11] і результатів виконаних досліджень:

1) для уникнення електролізу напруга між електродами, незалежно від відстані між ними, не може перевищувати 3 В;

2) напруженість електричного поля між електродами не повинна перевищувати 600 В/м;

3) матеріали для електродів доцільно використовувати: у випадку застосування електрофоретичного методу пом'якшення і очищення води – нержавіюча сталь 12Х18Н10Т з покриттям з обох боків тканиною з термооброблених вуглецевих волокон; у випадку застосування електрокоагуляційного методу пом'якшення і очищення води – анод – нержавіюча сталь 12Х18Н10Т з покриттям з обох сторін тканиною з термооброблених вуглецевих волокон, катод нержавіюча сталь 12Х18Н10Т;

4) відстань між електродами 5...7 мм;

5) час обробки води в полі 45...55 с;

6) швидкість течії води в зазорах установки 0,01...0,03 м/с.

Виходячи з згаданих вище положень алгоритм розрахунку установок для електрофоретичного очищення і пом'якшення води виглядає таким чином:

1. Визначаємо витрату води L (м³/год).

2. Визначаємо секундні витрати води L_c (м³/с)

$$L_c = \frac{L}{3600} \quad (1)$$

3. Задаємо висотою установки H (м).

4. Задаємо величиною зазору між електродами (мм).

5. За формулою Смолуховського знаходимо швидкість електрофоретичного переносу

$$W_{ef} = \frac{\varepsilon_o \cdot \varepsilon \cdot \xi}{\eta} E, \quad (2)$$

де ε_o – діелектрична стала системи, в системі СІ

$$\varepsilon_o = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м};$$

ε – відносна електрична проникність рідинної фази;

ξ – електричний потенціал частинки, що переноситься (В);

η – динамічна в'язкість рідинної фази (Н·с/м²);

E – напруженість поля сталого електричного струму (В/м).

Наведемо характеристики води для різних температур.

Таблиця 1

Характеристика води

Температура, K	Коефіцієнт динамічної в'язкості, $\eta \cdot 10^3$, Н·с/м ²	Відносна діелектрична проникність
293	1,02	80,10
313	0,67	73,15
333	0,48	66,81
353	0,36	61,03
373	0,29	55,72

Напруженість електричного поля (В/м)

$$E = \frac{U}{l} \quad (3)$$

6. Знаходимо час, необхідний для проходження частинки від одного електрода до іншого (с)

$$t = \frac{l}{w_{e\phi}} \quad (4)$$

7. Знаючи висоту установки H та час обробки t , знаходимо швидкість руху води по вільному перерізу установки (м/с)

$$w = \frac{H}{t} \quad (5)$$

8. Приймаємо модульну конструкцію установок для обробки води. Тоді площа живого перерізу для проходу води в модулі становить (м²)

$$f = \frac{L_c}{w} \quad (6)$$

9. Приймаємо конструкцію установки з набору коаксіальних циліндрів – труб та зазором між сусідніми трубами і діаметром зовнішньої труби.

Площа живого перерізу такої конструкції (м²)

$$f_k = \frac{\frac{d_{BH1} + d_{BH2}}{2} + \frac{d_{BH6} + d_{BH7}}{2}}{2} \cdot \pi \cdot \delta \cdot b \quad (7)$$

Корегуючий діаметр труб

$$d_k = d \frac{f}{f_k} \quad (5)$$

отримуємо діаметр зовнішньої труби (мм). Відповідно змінюються діаметри всіх труб.

10. Знаючи з результатів експериментальних досліджень, що середня сила струму, який проходить через воду між електродами площею 1 см² при

різниці потенціалів 3 В і відстані між електродами 5 мм, становить $I = 0,36$ мА/см², знаходимо значення сили електричного струму, що проходить через електроди кожної фази

$$I_{\phi} = I \frac{l_{експ}}{l_{\phi}} \cdot \pi \cdot (d_{анода_{зовн}} + d_{анода_{вн}}) \cdot H \quad (9)$$

11. Знаходимо потужність електричного струму для модуля

$$H_{\phi} = I_{\phi} \cdot H \quad (10)$$

12. Відповідно до напруги, потужності та сили сталого струму підбираємо регулюючий трьохфазний трансформатор та випрямляч.

13. Установки більшої потужності створюються шляхом набору модулів.

14. Оскільки швидкість руху води по установці мала, то гідравлічний опір не перевищує 75 Па.

Оскільки до цього часу відсутнє строге теоретичне обґрунтування механізму впливу магнітних полів на воду і водні розчинники [7...10, 12...15], методика розрахунку установок для обробки води в полях природних магнітів базується на результатах експериментальних досліджень, отриманих у ході виконання роботи (дослідження, метою яких було підтвердження стабільності результатів впливу полів природних магнітів на воду), а також отриманих різними авторами. З відомих конструкцій апаратів з розташуванням магнітів всередині комірки з безпосереднім контактом їх з водою та з магнітами, що накладаються зверху на діамагнітні труби, тобто без безпосереднього контакту з водою, з накладними парами магнітів та діаметрами труб 30...50 мм [16].

Результати досліджень засвідчують такі основні положення:

1. Магнітна індукція в робочому зазорі між магнітами в парі повинна бути в межах 50...200 мТл.
2. Величина робочого зазору між магнітами – 7...15 мм.
3. Відстань між парами магнітів – 7...18 мм.
4. Довжина магнітів – 50...70 мм.
5. Швидкість руху води в апараті – 0,5...2,5 м/с.
6. Термін збереження омагніченою водою своїх властивостей – 18...24 години.
7. Час обробки – 0,08...0,4 с.

Виходячи з зазначених положень наведемо алгоритм розрахунку установок для обробки води в полях природних магнітів.

1. Знаходимо площу перерізу труби з d (мм)

$$f = \frac{\pi d^2}{4} \quad (11)$$

2. Знаючи максимально припустиму швидкість проходження води по трубі $W_{max}=2,5$ м/с, знаходимо максимальну потужність установки з однієї труби, прийнятої за модуль (м³/год)

$$L_{max} = w_{max} \cdot f \quad (12)$$

3. Аналогічно, маючи $W_{min} = 0,5$ м/с,

$$L_{min} = w_{min} \quad (13)$$

4. Відповідно потужність установки з n модулів (труб)

$$L = n \cdot L_{mod} \quad (14)$$

Розроблені методики дозволяють провести розрахунок установок для обробки води в полях сталого електричного струму і полях природних магнітів. Ці установки успішно впроваджені у виробництво.

Сучасний рівень технології дозволяє представити екобетони майбутнього, та концепцію їх якості можна викласти таким чином:

а) екологічна безпека при виробництві, застосуванні та утилізації;

б) високі фізико-технічні характеристики бетонів: клас по міцності В40... В80, низька проникність для води (еквівалентна маркам W12... W20) і газів, низька усадка і повзучість, підвищена корозійна стійкість і довговічність, тобто характеристики, поєднання яких або переважання однієї з яких забезпечує високу надійність конструкцій залежно від умов експлуатації;

в) доступна технологія виробництва бетонних сумішей і бетонів з вищевказаними характеристиками, заснована на використанні традиційних матеріалів, з використанням омагніченої води, та використанням утилізації шламів–осадів гальванічних виробництв в якості домішок, і сформованої виробничої бази, що нами буде розглянуто в наступних серіях експериментів.

Такий підхід видається обґрунтованим. З одного боку, бетон повинен володіти достатнім потенціалом, щоб сприймати підвищені фізико-механічні навантаження при експлуатації конструкцій в різних, у тому числі агресивних середовищах. З іншого боку, бетон повинен зберегти усі переваги, які зробили його основним конструкційним матеріалом будівництва, тобто в основному, з місцевих ресурсів, у безпосередній близькості від будмайданчиків з невеликими трудовитратами як при виробництві сумішей, при бетонуванні конструкцій.

Основним шляхом реалізації наших концепції екобетонів нового покоління є модифікування бетонів з використанням більш досконалих і технологічних матеріалів (запропонованих технологій). Це можуть бути сумішеві композиції з традиційних добавок в нових відпускних формах або спеціально синтезовані органічні продукти. Завдяки своїм властивостям комплексні органо-мінеральні модифікатори представляються одним з ефективних засобів успішної реалізації концепції бетонів з високими експлуатаційними властивостями та зниженою агресивністю на природне середовище (біопшкодження)

Висновки. Застосування води, обробленої височастотними електромагнітними полями дозволяє знизити енергетичні витрати при теплової обробці бетону (пропарювання). Міцність зразків, виготовлених на омагніченій воді на 7...28 день для усіх серій показала стабільне підвищення на 10...40% від міцності зразків, виготовлених на звичайній воді.

Впровадження інноваційних технологій при обробка води в електричному та магнітному полях для її пом'якшення та очищення, при застосування бетону з використанням омагніченої води є запорукою енергозберігаючих (зменшення витрат енергоносіїв за рахунок відміни теплової обробки бетону) та екологічно безпечних технологій (зменшення біопшкодження будівельних матеріалів – при використанні екобетону).

1. Вода и магнит. В.И. Классен. Издательство «Наука», 1973. – Москва.- 112с.
2. Гаев, А.Я. Экологические основы строительного производства: Учебное пособие / А.Я. Гаев. – Свердловск: Издательство Уральского университета. – 1990. – 180 с.
3. Луцьк, Р.В. Тепломассообмен при обработке текстильных материалов / Р.В.Луцьк, Э.С.Малкин, И.И.Абаржи. – К. : Наукова думка. – 1993. – 344с.
4. Малкин, Э.С. Безинерционный электрофоретический и диффузионный дрейф частицы в неоднородном переменном электрическом поле / Э.С.Малкин, А.С.Духин // Коллоидный журнал – 1979. - №5.- С.864.
5. Малкин, Э.С. О формировании осадка коллоидных частиц на электроде в переменном электрическом поле / Э.С.Малкин, А.С.Духин // Коллоидный журнал – 1980. - №3.- С.481.
6. Малкин, Э.С. Амперический электродиффузиофорез / Э.С.Малкин, А.С.Духин // Коллоидный журнал – 1982. - №2.- С.25.
7. Классен, В.И. Омагничивание водных систем / В.И.Классен.-М.: Легпромбытиздат. – 1982.
8. Алиев, М.И. Магнитная обработка водных систем. / М.И.Алиев, Д.М.Агалеров. – М. : 1981. – С.85-87.
9. Миненко, В.И. Магнитная обработка водно-дисперсных систем / В.И.Миненко. – К.: Техника. – 1970.
10. Миненко, В.И. Электромагнитная обработка воды в теплоэнергетике / В.И.Миненко. – Харьков.-1981.
11. Тебенихин, Е.Р. Безреактные методы обработки воды в энергоустановках / Е.Р.Тебенихин. – М. – 1963. – 176с.
12. Мартынова, О.И. К вопросу о механизме влияния магнитного поля на водные растворы и возможность использования этого эффекта / О.И.Мартынова и др. // Труды НИИ бетона. – М. – 1963. – с.126-137.
13. Миненко, В.И. О физико-химических основах магнитной обработки воды. / В.И.Миненко, С.М. Петров // Теплоэнергетика. – 1962. - №9. – С.63.
14. Кацман, А.Е. Применение электромагнитной обработки воды / А.Е.Кацман. - Т.2. – 1984. - №8.
15. Стукалов, П.С. Магнитная обработка воды / П.С.Стукалов, Е.В.Васильев, Н.А.Глебов. – Л. : Судостроение. – 1969. – 192 с.
16. Малкін, Е.С. До питання приготування та використання омагніченої води / Е.С.Малкін, Н.С.Журавська // Міжнародна конференція по актуальним проблемам водопостачання та водовідведення. - Рівно: РНУБА, 2015. – С.104.