

УДК 532.528

# ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНОЇ ВОДИ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ



Волошкіна О. С. – д.т.н., професор, КНУБА  
Цикал К.О. – асистент, КНУБА  
Сепік А.В. – студент, НТУУ «КПІ»  
Фуртат І. Е. – к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»

**У статті розглядається вплив магнітного поля на воду і різні теорії про фізику цього процесу, перспективи та різні напрямки використання в теплоенергетиці.**

**В статье рассматривается влияние магнитного поля на воду и различные теории о физике этого процесса, перспективы и различные направления использования в теплоэнергетике.**

**The article examines the influence of magnetic field on the water, and various theories about the physics of this process, various perspectives and directions for use in power system.**

Жорсткість води — джерело багатьох проблем. Список хімічних елементів, які мають високу жорсткість включає залізо, мідь, марганець, які знаходяться в воді в звичайних або достатньо невеликих кількостях. Кальцій і магній зазвичай знаходяться в воді в значно більших кількостях. Вода, яка проходить по трубах і різноманітних пристроях, особливо підігріта, викликає відкладення на внутрішніх поверхнях теплообмінного обладнання твердого осаду, який дуже важко видалити, так званого котельного каменю (накип). Накип зменшує прохідний діаметр труб і значно знижує інтенсивність теплообміну. Так утворений накип має вкрай низьку теплопровідність (коефіцієнт передачі тепла в 200-300 разів менше, ніж у металу), осад товщиною всього в 1 мм знижує теплопередачу і проектний ККД обладнання на 6%, а 3-міліметровий шар до 20%, що призводить до істотної перевитрати палива.

Існує багато традиційних способів хімводоочистки, але всі вони є досить металоемними та вимагають значних капіталовкладень, тому розглянемо такий спосіб пом'якшення води як намагнічування.

Для обґрунтування актуальності питання магнітної обробки в енергетиці розглянемо перспективи та реалії практичного використання омагнічення водних систем. На це питання особливу увагу звертали В. Классен та Е. Тебеніхін [1, 2]. Автори звертають увагу на використання магнітної обробки для боротьби з накипом та очищення води. Классен звертає увагу на застосування магнітної

обробки води для мокрого пиловловлювання. Тебеніхін звертає значну увагу на використання магнітної обробки води в суто енергетичних цілях. Він пропонує використання магнітної обробки води для живлення енергетичних котлів є простим та дешевим, що не потребує значної витрати металу, дозволяє обмежитися спрощеним контролем та може бути використаний з певним ефектом як по відношенню до економії палива, так і строку служби котлів між черговими чистками. Крім того, поверхні нагріву котлів піддаються сильному перегріву, що в ряді випадків призводить до пошкодження екранної теплообмінної поверхні котлоагрегату.

Тому кожного разу після закінчення опалювального сезону експлуатаційні служби виконують трудомістку роботу з очищення котлів та теплообмінних апаратів від накипу.

Тобто при магнітній обробці відбувається заміна твердих відкладень на пухкі. При магнітній обробці природної води, що знаходиться в стані термодинамічної рівноваги, немає ніяких підстав припускати реальну можливість виникнення і тим більш тривалого збереження («магнітна пам'ять») будь-яких змін у воді під дією відносно слабких магнітних полів. У зв'язку з цим, ймовірно, дія магнітного поля при водообробці може виявитися тільки в термодинамічно невірноважених системах, тобто системах, що знаходяться в нестійкому стані.

Для теплових мереж відкритого типу економічно вигідним є використання апаратів магнітної обробки при

раціональному вирішенні питання видалення шламу, пов'язаного з гігієнічними характеристиками води, а для закритих мереж застосування даних апаратів являється ще більш вигідним оскільки не потребує видалення шламу, у зв'язку з відповідним температурним режимом.

У випадку застосування омагнічення у системах охолодження впливу піддається охолоджуюча вода. В циркуляційній системі обробляється головним чином додаткова вода, а в прямооточній — уся. Вибір місця встановлення апарату визначається відсутністю у воді такої характеристики як вуглекислота. У прямооточній системі охолодження проблема видалення шламу не являється актуальною, оскільки останній може виноситися з системи з водою, що скидається. У циркуляційній системі шлам може збиратися в окремих місцях системи охолодження, тому слід передбачити встановлення пристроїв для його видалення.

Останньою проблемою, яку треба зазначити особливо — це відмінність впливу на водну систему полів природного та електричного магнітів. Оскільки науковці зіткнулися з складностями в теоретичному обґрунтуванні процесу магнітної обробки та не мали експериментальних підтверджень, тому вони не мали змоги переконатися, що значну роль в процесі магнітної обробки води відіграє не лише напруженість магнітного поля, а й частота та амплітуда коливання магнітних хвиль. Лише в нинішній час, а саме у роботах Барана було показано, що магнітне поле Землі близьке за характером впливу до електромагнітного поля звичайних частот, що призводить до хибних, а іноді і від'ємних результатів під час електромагнітної обробки води. Таким чином на практиці слід застосовувати природні магніти, що дають змогу завжди отримувати позитивний результат.

На думку авторів [3] до основних параметрів, від яких залежить ефективність обробки магнітним полем, відносяться наступні:

- напруженість магнітного поля в робочому зазорі;
- градієнт напруженості магнітного поля;
- характер магнітного поля;
- конфігурація магнітного поля;
- полярність магнітного поля;
- кратність дії магнітного поля на рідину;
- швидкість перетину рідиною магнітного потоку.

Власне магнітне поле не призводить до очищення або пом'якшення води, але впливає на спіни протонів її молекул. Це призводить до утворення тимчасової нерівноважної форми води, яка характеризується зменшеною енергією зв'язків між молекулами, що, в свою чергу, призводить до зменшення питомої теплоти пароутворення та збільшення поверхневого натягу води. Останнє положення сприяє інтенсивному проникненню омагніченої води у мікрокапіляри та тріщини, тобто руйнуванню накипу.

На жаль, вплив магнітних полів на властивості води не можна назвати стійкими — спостерігаються часті і незрозумілі коливання результатів, які проводилися здавалося б у строго стандартних умовах.

Після впливу на воду магнітного поля, у ній збільшується швидкість хімічних процесів і кристалізації розчинених речовин, інтенсифікуються процеси абсорбції, поліпшується коагуляція домішок і випадання в осад. Вплив магнітного поля на воду відбивається на поведінці домішок, які знаходяться в її складі, хоча сутність цих явищ поки що остаточно не визначена.

При цьому утворюється малорозчинний з'єднання  $\text{CaCO}_3$ , що випадвають в осад. Приклад такої системи — вода з певною карбонатною жорсткістю, стабільність якої порушується при її підігріві (зазвичай вище 40). Причому дія магнітного поля посилюється присутністю у воді феромагнітних оксидів заліза

Виділення твердої фази в масі води у вигляді шламу не

забезпечує саме по собі повноту ефекту відповідного методу обробки води. При недостатньому видаленні утворений шлам може призводити до вторинного низькотеплопровідного накипу. Тому при магнітній обробці води необхідно в котлі, системи теплопостачання наявність пристроїв, які забезпечують надійний і своєчасний відвід утвореного шламу.

Крім того, при магнітній обробці води корозійна активність води не знижується. Тому, за наявності очищаючого ефекту інтенсивність корозії зростає, з'являються умови для розвитку підшламової корозії.

У зв'язку з вищевказаним, магнітна обробка води рекомендується для природних вод із загальною жорсткістю до 10 мг-екв / л і карбонатної не вище 6 мг-екв / л. Крім того, встановлено обмеження за величиною водяного обсягу котла - не більше 50 л/м<sup>2</sup> поверхні нагріву, а також і по тепловій напрузі поверхонь нагріву - не більше 100 кВт/м<sup>2</sup>.

Незважаючи на всі переваги апаратів для магнітної обробки води, на практиці ефект обробки часто виявлявся тільки в перший період експлуатації, потім результат зникав. З'явився навіть термін — ефект «звикання» води. Своєю властивості магнітна вода зберігає менше доби. Це явище втрати магнітних властивостей називається релаксацією. Тому в теплових мережах крім омагнічування підживлюваної води необхідно обробляти воду, що циркулює у системі шляхом створення так званого антирелаксаційного контуру, за допомогою якого обробляється вся вода, що циркулює в системі.

Протинакипний ефект буде збільшуватися:

- з підвищенням температури води,
- при більш високому вмісті іонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ ,
- з підвищенням лужності води,
- при зменшенні загальної мінералізації води.

Магнітна обробка виникла як метод запобігання накипоутворення і корозії, яка незабаром рекомендували як метод запобігання інкрустацій апаратах пивоваріння, цукрової, целюлозної та хімічної промисловості, а також солових відкладень у трубах нафтових свердловин. Крім того, її почали застосовувати для прискорення твердіння і підвищення міцності бетонів і інших матеріалів на основі цементу і алебастру, прискорення процесів осадження зважених часток, впливу на активну масу акумуляторів при її формуванні, поліпшення та інтенсифікації процесів збагачення корисних копалин і таке інше.

Загалом практика показує, що саме спосіб магнітної обробки води є дешевим простим та ефективним. Він не потребує значних капіталовкладень в порівнянні з встановленням хіміодоочистки та являється перспективним методом в енергетиці.

## Висновки

Магнітна вода має протинакипний і антикорозійний ефекти.

Магнітну воду можна ефективно використовувати для очищення теплообмінних поверхонь від вже існуючих твердих відкладень.

За допомогою магнітної обробки води можна інтенсифікувати процеси абсорбції, поліпшити коагуляцію домішок.

## Список літератури

Классен В. И., *Омагничивание водных систем*, 2 изд., М., 1982

Тобенхун Е. Ф., *Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках*, М., 1977

Сокольский Ю. М., *Омагниченная вода: правда и вымысел*, Л., 1990.