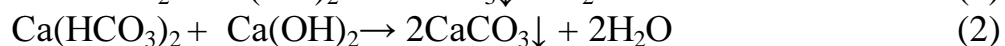
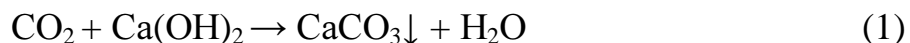


## МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

Для підготовки води, яка б відповідала нормативним вимогам та конструктивним особливостям теплообмінного обладнання, існує декілька технологій. Традиційні методи мають за мету її пом'якшення шляхом видалення із підживлюючої води іонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ , від вмісту карбонатів яких залежить жорсткість води. Вибір методу обумовлюється якістю вихідної води, необхідною нормованою глибиною пом'якшення та техніко-економічними міркуваннями.

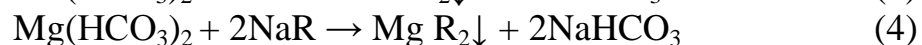
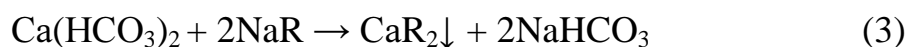
Термічну водопідготовку або термічне пом'якшення проводять у котлах-випаровувачах. Суть процесу полягає у нагріванні до кипіння вихідної води і подальшій її конденсації. В результаті утворюється вода нового складу з набагато меншою кількістю солей. Термічний метод використовується надзвичайно рідко, адже його застосування пов'язане з додатковими великими енергетичними витратами на нагрівання.

Для попередньої обробки води рекомендується застосування методів осадження, до яких відноситься вапнування, вапно-содовий, содо-натрієвий, барієвий, оксалатний, а також метод фосфатування для допом'якшення води [1]. Методи засновані на зв'язуванні катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$  іонами  $\text{CO}_3^{2-}$  та  $\text{OH}^-$  з утворенням важкорозчинних солей  $\text{CaCO}_3$  та  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , які випадають у осад і вилучаються з води.



Спільними недоліками всіх реагентних методів є потреба у постійному введенні реагентів чітко визначеної концентрації, наявності дозувальної апаратури, відстійників, фільтрів, високій вартості реагентів.

Іонообмінне фільтрування завдяки відносній дешевизні та простоті на сьогодні є найбільш розповсюдженим нормативним методом хімічної обробки води для теплообмінного обладнання. Метод реалізується шляхом фільтрації води через фільтр, який завантажений іонообмінним матеріалом, внаслідок чого відбувається заміщення катіонів  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$  на  $\text{Na}^+$  та  $\text{H}^+$ .



Для регенерації властивостей іоніту в залежності від виду катіонування використовують технічну сіль або хлорну кислоту [1].

Недоліком є те, що іонообмінні матеріали з часом спрацьовуються і їх необхідно замінювати. Автоматизація іонообмінних установок приводить до збільшення капітальних та експлуатаційних витрат, але сьогодні це головний напрямок підвищення ефективності іонообмінних систем. Натрій-катіонування – найбільш поширений із всіх іонообмінних методів підготовки води, однак при його використанні утворюються високомінералізовані стічні води, а способи їх очищення складні та дорогі.

Традиційні методи водопідготовки функціонують у більшості систем теплопостачання, проте їх експлуатація не забезпечує надійного протинакипного режиму теплообмінного обладнання, про що свідчить стан вітчизняних теплових мереж.

Для стабілізаційної обробки у реагентній водопідготовці застосовуються метод обробки комплексонами та фосфонатами. Згідно рекомендацій [2] комплексонатний метод рекомендовано проводити замість традиційного способу натрій-катіонування. Протинакипний ефект досягається шляхом адсорбування комплексонів-стабілізаторів на активних центрах утворення кристалів важкорозчинних солей  $\text{Ca}^{2+}$  і  $\text{Mg}^{2+}$ , що тим самим перешкоджає подальшому росту та агрегації кристалів. Технологічно спосіб реалізується пропорційним дозуванням реагентів у підживлюючу воду. Існує ряд обмежень для застосування методу по таким показникам води, як вихідні жорсткість, рН, вміст заліза, а також по температурі, яка не повинна перевищувати  $130^{\circ}\text{C}$ . Метод не виключає необхідності деаерації підживлюючої води котельні. Дозування реагентів повинно бути точно пропорційним, а система повинна бути обладнана грязьовиками, які слід своєчасно випорожнювати та чистити.

Електрохімічні методи використовують при дефіциті виробничих площ, складності або неможливості доставки реагентів чи інших випадках відмови від класичних методів корегування водного режиму. Дія методів базується на явищі електролізу, у процесі якого відбувається осадження солей  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  та  $\text{MgCO}_3$  на поверхнях електродів під дією постійного електричного струму, а гріюча поверхня залишається чистою. В результаті електрохімічної реакції на катоді виділяється водень, а на аноді – кисень і хлор. Перевагою методу є відсутність реагентів, однак його застосування вимагає великих витрат електричної енергії, ретельного дотримання правил техніки безпеки та ПУЕ. З метою попередження утворення на аноді оксидної плівки його поверхня повинна бути виготовлена з матеріалів, які зберігають стабільність при подальшому окисненні. Основний недолік таких матеріалів – висока вартість та короткий ресурс – заростання та зношування електродів в

процесі електролізу [3]. На сьогодні електрохімічний метод не має нормативних рекомендацій по використанню.

Останнім часом популярності набули баромембранні технології, які базуються на явищі осмосу – процесі перетікання розчину через напівпроникну мембрану, яка розділяє його на 2 розчини різної концентрації. На теплоенергетичних об'єктах найбільше застосовується зворотній осмос та ультрафільтрація. Напівпроникні мембрани є дуже чутливими до відкладень малорозчинних солей, мікрочастинок та мікроорганізмів, тому для збільшення терміну експлуатації рекомендується використовувати їх як останню ступінь очистки [3]. З метою попередження забруднення і заростання необхідно промивати мембранні полотна розчинами активних реагентів, підкислювати підживлюючу воду, вносити інгібітори кристалізації солей. Технологічно регенерація мембран пов'язана з утворенням додаткових стічних вод. При застосуванні мембранних технологій досягається висока ступінь очистки води, та їх недоліком на сьогодні лишається висока вартість. Метод поки що дуже дорогий і використовується там, де водопідготовка суміщена – для технологічних процесів в першу чергу і разом для підживлення котлів.

Як експериментальний метод можна виділити ультразвукову обробку води. Протинакипний ефект полягає у активуючій дії ультразвуку на кристали солей жорсткості. Під дією частотних коливань змінюється структура кристалів з утворенням арагонітової форми  $\text{CaCO}_3$ , які залишаються у товщі води, а нагріваюча поверхня залишається чистою [1]. Експлуатація ультразвукових пристроїв підтвердила їх антинакипну здатність, однак теоретично і експериментально доведена і їх руйнівна дія на металеві та інші тверді поверхні. Вона полягає у появі свищів на конвективних та екранних трубах котлів, саме в зоні встановлення випромінювачів. Таким чином, цей метод потребує додаткового вивчення.

У закритих системах теплопостачання від центральних та індивідуальних теплових пунктів, а також окремих мереж гарячого водопостачання котелень використовують силікатну обробку як антикорозійний та протинакипний метод обробки внутрішніх поверхонь трубопроводів. Технологія полягає у додаванні у вихідну воду розчину рідкого скла, завдяки чому утворюється захисна феросилікатна плівка на внутрішніх поверхнях трубопроводів. Плівка формується після безперервного дозування на протязі 3 місяців. Після припинення дозування стійкість плівки зберігається не більше дванадцяти діб. Використання методу має ряд технологічних та санітарно-

епідеміологічних обмежень, а проведення робіт з рідким склом становить підвищену небезпеку для здоров'я персоналу [2].

Дія метод у магнітної обробки води зводиться до попередження утворення твердих мінералізованих відкладень на теплообмінних поверхнях шляхом впливу магнітного поля на процес кристалізації солей, внаслідок чого у товщі води утворюється крихкий осад у вигляді шламу. В залежності від джерела магнітного поля розрізняють магнітну та електромагнітну обробку. Незважаючи на різноманіття публікацій, теорія механізму дії магнітного поля на воду і водні системи ще й досі знаходиться на гіпотетичному рівні розуміння, єдиної чіткої, науково обгрунтованої теорії немає [4]. Результати застосування технології на практиці досить часто суперечливі і маловідтворювані, завдяки чому визнання та широке застосування метод на даний час не знайшов.

Поверхнево-активні речовини (ПАР), які належать до класу плівкоутворюючих амінів, в теплоенергетиці донедавна були відомі як високоефективні інгібітори корозійних процесів [5]. Недавні дослідження показали, що внесення у мережну та живильну воду добавок ПАР сприяє зменшенню гідравлічного опору трубопроводів, зниженню навантаження на мережні насоси та зменшенню накипоутворення. Це зовсім нова технологія водопідготовки, вона потребує детального вивчення і розробки рекомендацій по застосуванню на об'єктах теплоенергетики.

На кафедрі теплотехніки КНУБА були проведені дослідження нового протинакипного розчину, який відноситься до класу ПАР. Досліджувалися вирізки з конвективної частини водогрійних котлів КВГ-8 та ПТВМ-30, які були забиті накипними відкладеннями і через неможливість промивання, замінені. Результати експериментів показали, що 8-10% протинакипний розчин за короткий термін здатний очищати поверхні нагріву від чистого накипу. У експериментах з відмивання відкладень (накип з включеннями дрібної окалини, каміння, іржі) розчин виявився менш дієвим, однак підвищення температури до 120 °С та тиску розчину до 0,05 МПа і вище, зробило експеримент вдалим. Подальші дослідження проводилися в реальних умовах на діючих котлах ТВГ-8 та КВГ-6,5, підпорядкованих філіалу Житлокомуненерго АК Київенерго. Перепад тиску на котлах на початок експерименту складав 0,7 МПа та 0,5 МПа відповідно. В результаті експериментальної промивки 10% та 2% розчином у поєднанні з барботажем, перепад тиску на котлах склав 0,4 МПа та 0,25 МПа, тобто приблизно 50% від початкового значення. Огляд котлів показав, що у конвективних частинах накип відмити вдалося тільки частково, тоді як

трубна частина топок котлів очистилася і вкрилася захисною плівкою, про що свідчать заміри перепаду тиску через 3 місяці [6].

Таким чином, подальше застосування ПАР-технології вимагає розв'язання проблеми видалення щільних відкладень на ділянках інтенсивного теплообміну. Безпечним доповненням методу може стати магнітна обробка води.

### Список літератури

1. Кострыкин Ю.М., Мещерский Н.А. Водоподготовительный и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления.- М.: Энергоатомиздат, 1990.- 254 с.

2. Р 204 України 002-96. Збірник керівних документів по захисту від корозії систем тепlopостачання та гарячого водопостачання. – К.: УкрНДІнжпроект, 1999.- 240 с.

3. Беликов С.Е. Водоподготовка. Справочник. М.: Аква-Терм, 2007 р.- 240с.

4. Классен В.И. Вода и магнит. М.: Наука, 1973. -111 с.

5. Филлипов Г.А., Салтанов Г.А. Гидродинамика и тепломассообмен в присутствии ПАВ. - М.: Энергоатомиздат, 1988. -184с.

6. Цикал К.О. Дослідження впливу поверхнево-активних речовин на накип та відкладення у системах централізованого тепlopостачання.// Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених і студентів. Екологічні проблеми природокористування та ефективного енергозбереження. К.: 2010р. – С.39-40.