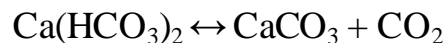


ВПЛИВ ЯКОСТІ ВОДИ НА ІНТЕНСИВНІСТЬ НАКИПОУТВОРЕННЯ В ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖАХ

В Україні широко використовуються системи теплофікації як закриті, так і з відкритим водозабором. У системах теплофікації використовуються водогрійні котли або підігрівачі, що розміщені на теплових електростанціях або в котельних. Перед подачею води у вказані системи здійснюється її очищення за технологією передочищення в освітлювачах або у відстійниках з використанням коагуляції і подальша обробка води у водород-катионітних фільтрах з «голодною» регенерацією або натрій-катионування. При подачі в котельні водопровідної води попереднє очищення виключається з технології водопідготовки.

Задачею очищення води є виключення або зменшення корозійних процесів в теплових мережах і запобігання накипоутворенню в котлах або підігрівачах, а також забезпечення показників якості води, відповідним нормам якості води для питного водопостачання в установках з відкритим водозабором.

Для визначення оптимальної технологічної схеми обробки води нами проведено низка експериментальних робіт за визначенням впливу якості води на інтенсивність накипоутворення. Інтенсивність накипоутворення у відкритих системах пропорційна добутку $\text{Ca} \cdot \text{Щ}^2$ [1]. Проте для закритих систем, таких як теплові мережі, коли рівновага в системі



зміщується в праву сторону до встановлення рівноваги кількості CO_2 (без виводу її з розчину), вказана залежність неповно описує процес накипоутворення. Це не дозволяє з достатньою точністю вибрати технологію очищення води.

Так, при зм'якшенні води натрій-катионуванням з оброблюваної води видаляються як катіони кальцію, так і магнію. Останні при температурах, що мають місце в тепловій мережі, взагалі не беруть участь в процесі накипоутворення. В той же час на їх видалення витрачається куховарська сіль, яка забруднює навколишнє середовище. Разом з цим карбонатна лужність води, яка є одним з компонентів накипу в процесі зм'якшення натрій-катионуванням, взагалі не видаляється.

Виконано ряд досліджень, результати яких дозволили визначити залежність швидкості накипоутворення від температури та добутку жорсткості на лужність циркуляційної води [2]. При цьому добуток жорсткості на лужність змінювався у відносно широкому діапазоні (від 1,54 до 6,96 ($\text{мг} \cdot \text{екв}/\text{кг}$)²), а температура підігріву води змінювалася в інтервалі від 50 до 130⁰С.

Таблиця 1. – Експериментальні значення швидкості накипоутворення

Швидкість накипоутворення V , г·см ² /год	Температура t , °С	Добуток жорсткості на лужність, г·екв/л
0,0085	83	1,54
0,013	97	
0,018	107	
0,019	119	
0,028	130	
0,08	58	6,96
0,092	72	
0,15	115	
0,42	130	

Виходячи з експериментальних даних маємо експоненціальну залежність між швидкістю накипоутворення, температурою та добутком жорсткості на лужність, яка задовольняє виду:

$$V = A \cdot e^{B \cdot t} \cdot e^{K \cdot ж_0}, \quad (1)$$

де V – швидкість накипоутворення, г·см²/год;

t – температура, °С;

$ж_0$ – добуток жорсткості на лужність, г·екв/л;

A, B, K – коефіцієнти.

Коефіцієнти знайдемо за допомогою калькуляційного пакету Mathsoft MathCAD 2000.

Отож маємо:

$$V = 8,083 \cdot 10^{-4} \cdot e^{0,021 \cdot t} \cdot e^{0,501 \cdot ж_0}. \quad (2)$$

Далі наведемо декілька графіків, на яких зображено теоретичну та експериментальну залежність $V(t)$ при сталих значеннях $ж_0$ (1,54 та 6,96 (мг·екв/кг)²) [2].

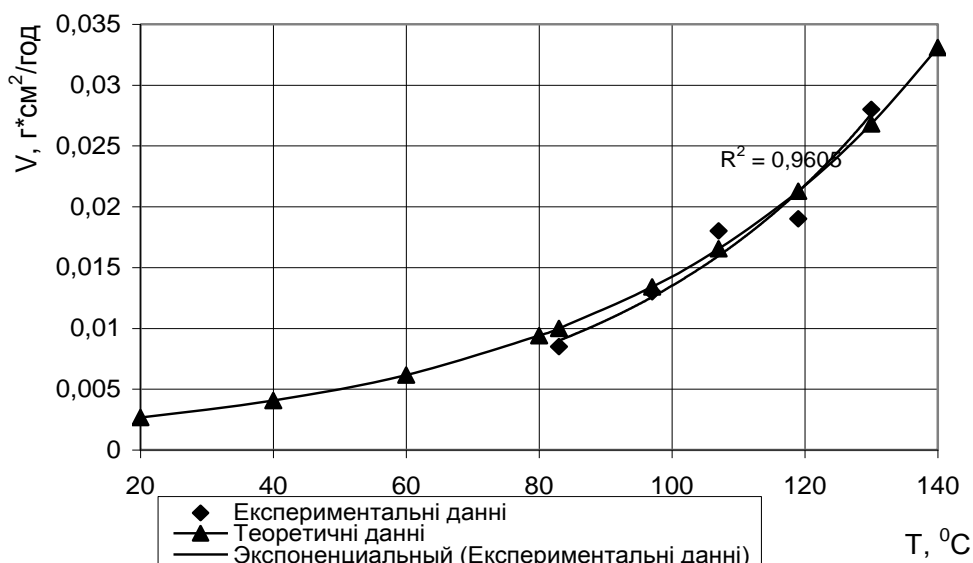


Рис. 1 – Швидкості накипоутворення – теоретична та експериментальна

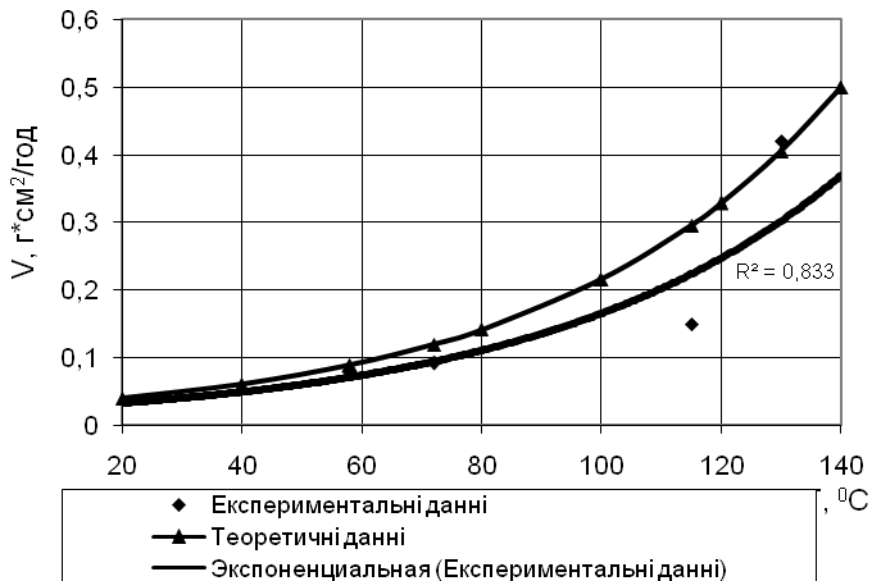


Рис. 2 – Швидкості накипоутворення – теоретична та експериментальна

В результаті розрахунків одержані 2 теоретичні криві, які з високою надійністю описують залежність інтенсивності накипоутворення від температури в значному діапазоні значень добутку лужності на жорсткість. При перевищенні вказаних значень $Ca \cdot L$ процес накипоутворення підкоряється іншим механізмам, які не враховуються у формулі (2). Слід зазначити, що на практиці вода з таким значенням $Ca \cdot L$ практично не використовується для підживлення теплових мереж.

Таким чином для зниження інтенсивності накипоутворення і поліпшення органолептичних показників якості води найбільш раціонально здійснювати очищення води у фільтрах, завантажених слабокислотним (карбокисильним) катіонітом. Застосування цієї технології дозволяє разом із зниженням жорсткості, також зменшити лужність води, яка очищується, до прийнятних значень. Слід зазначити, що враховуючи ряд активності катіонів, при поглинанні катіонів кальцію і магнію на слабокислотному катіоніті у фільтрат проскакують практично тільки катіони магнію, які, як зазначено вище, практично не впливають на процеси низькотемпературного накипоутворення.

Особливістю використання цієї технології є різке скорочення об'єму і маси засолених стоків і забезпечення стабільної якості фільтрату в процесі отримання зм'якшеної води.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Высоцкий С.П. Использование слабокислотных катионитов в технологиях очистки воды / С.П. Высоцкий, Е.В. Поддубная // Химия и технология воды. – 2002. – №2. – С. 167 – 174. – (Том 24).
2. Высоцкий С.П. Технология обработки воды для тепловых сетей и интенсивность накипеобразования / С.П. Высоцкий, Е.В. Грабарь // Вода и здоровье – 2002: сб. научн. ст. / Отв. ред. К.Д. Бабов, Б.М. Кац. – Одесса: ОЦНТЭИ, 2002. – С. 42 – 46.