

УДК 621.182-12:664

NEW TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR THE PREPARATION OF WATER FOR HOT WATER BOILERS AND THERMAL SYSTEMS

U. Porzhezinsky

National University of Food Technologies

Key words:

*Deaeration
Oxygen
Sodium sulfite
Filtre
Phosphonate*

Article history:

Received 03.12.2019
Received in revised form
19.12.2019
Accepted 13.02.2020

Corresponding author:

U. Porzhezinsky

E-mail:

pvladyslav@ukr.net

ABSTRACT

The article considers methods of water deoxygenation for hot water boilers and thermal systems.

In chemical deaeration of water sodium sulfite is dosed into water, where it chemically reacts with oxygen dissolved in water. Disadvantages of sodium sulfite are associated with insufficient rate of its reaction with oxygen. To eliminate these drawbacks the modified solutions of sodium sulfite catalyzed by salts of cobalt and copper are used.

It is proposed more reasonable, from technical and economic point of view, new technology of chemical water deaeration with mono solution of sodium sulfite, with a following filtration through Redox-K filter. Filter is used as the catalyst of the reaction of oxygen with sodium sulfite. The filter is loaded by the granular catalytic filter material — redoxit. The paper presents the results of industrial use of new technology — deoxygenation of water with the catalytic filter and principle of operation of the filter. The research has shown the reliability and efficiency of the proposed technology. The principal technological schema of chemical deaeration of water with Redox-K filter is proposed.

Implementation of a new chemical water deaeration technology based on catalytic Redox-K filter provides an economical and reliable operation of the preparation of water scheme for the hot water boiler and thermal system.

The basic properties of phosphonites are considered and their use in the washing of thermal systems from deposits is proposed.

The paper presents the results of the industrial use of the method of stabilization of water.

НОВІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ У ПІДГОТОВЦІ ВОДИ ДЛЯ ВОДОГРІЙНИХ КОТЛІВ І ТЕПЛОВИХ МЕРЕЖ

Ю. Г. Поржезінський

Національний університет харчових технологій

У статті розглянуто методи знекиснення води для водогрійних котлів і теплових мереж. З'ясовано, що при хімічній деаерації води сульфід натрію дозується у воду, де вступає в хімічну реакцію з киснем води. Визначено недоліки сульфїту натрію, пов'язані з недостатньою швидкістю і повнотою його реакції з киснем. Для усунення цих недоліків використано модифіковані розчини сульфїту натрію, каталізовані солями кобальту та міді.

Запропоновано більш раціональну з техніко-економічної точки зору нову технологію хімічної деаерації води монорозчином сульфїту натрію в стехіометричній кількості з подальшою фільтрацією через каталітичний Redox-K фільтр, що використовується як каталізатор реакції кисню з сульфїтом натрію. Фільтр завантажений зернистим каталітичним фільтруванням матеріалом — редокситом.

Наведено результати промислових випробувань нової технології знекиснення води з каталітичним фільтром і описано принцип роботи фільтра. Дослідження довели надійність і ефективність запропонованої технології. Розроблено принципову технологічну схему хімічної деаерації води з Redox-K фільтром. Упровадження нової хімічної деаерації води на основі каталітичного Redox-K фільтра забезпечує економічну і надійну роботу схеми підготовки води для водогрійних котлів і теплових мереж.

Розглянуто основні властивості фосфонатів, запропоновано їх використовувати при відмивці теплових мереж від відкладень. Наведено результати виробничих досліджень використання стабілізаційного методу обробки води.

Ключові слова: деаерація, кисень, сульфід натрію, фільтр, фосфонат.

Постановка проблеми. Водогрійні котли широко застосовуються в різних галузях народного господарства, зокрема і на підприємствах харчової промисловості. На деяких цукрових заводах при зупинці виробництва цукру включають у роботу водогрійну котельню для потреб заводу і опалення заводського поселення.

Для знекиснення живильної води водогрійних котлів і підживлювальної води теплових мереж використовується деаерація води, яка може бути хімічною і термічною з вакуумними деаераторами. При застосуванні хімічної деаерації води замість термічної відпадає потреба витратити теплоту на нагрів води, зменшуються витрати електроенергії та габарити приміщення, тому пропонується для водогрійних котелень хімічна деаерація, що більш економічна, проста та надійна в експлуатації. Зарубіжні фірми поставляють жаротрубні водогрійні котли з хімічною деаерацією води, а в дахових котельнях установка вакуумного деаератора просто неможлива.

Для хімічної деаерації води застосовується сульфід натрію, який при взаємодії з киснем переходить у добре розчинний нейтральний сульфат натрію, що знаходиться у природних водах, і в тому числі у питній воді:



Недоліки сульфід натрію пов'язані з недостатньою швидкістю і повнотою реакції його з киснем. Швидкість реакції залежить від температури води і надлишку реагенту. Для усунення цих недоліків використовуються модифіковані розчини сульфід натрію, каталізовані солями кобальту та міді — метабісульфід і гіпосульфід натрію, що значно збільшують вартість розчину порівняно з монорозчином. Надходження у воду каталізаторів (кобальту та міді) 0,25% можуть спровокувати електрохімічну корозію поверхонь нагріву [1].

Центральне опалення в Україні існує вже більше 80 років. Поверхні трубопроводів мають багатолітні нашарування різного походження. Основним механізмом внутрішньої корозії є електрохімічна корозія з утворенням гальванічних елементів, яка відбувається під шаром відкладень. Для захисту трубопроводів теплових мереж необхідно відмити старі відкладення, зруйнувати гальванічні пари і створити на відмитих трубах захисну плівку.

Для цього в наш час використовують фосфонати. В кінці 90 років ХХ ст. цю технологію почали впроваджувати в системах теплофікації та гарячого водопостачання. Нормативна база не дає змогу використовувати воду без пом'якшення на натрій катіонітових установках для підживлювання теплових мереж, тому така технологія, що іменується стабілізаційною обробкою води, проваджується на малих котельнях.

На основі експериментальних даних було встановлено, що доза фосфонатів залежить від температури води, показника рН, накопчувальних властивостей води, що характеризуються карбонатним індексом. Доза збільшується при збільшенні температури води. Дія фосфонатів визначається їх адсорбцією на активних центрах мікрозародків кристалів CaCO_3 , тому концентрація конкретного фосфонату повинна бути приблизно пропорційна кількості накипу, що утворився. І визначення необхідної дози фосфонату повинно підбиратись для води з максимальним наближенням до реальних теплотехнічних умов [4]. Такі препарати для стабілізаційного методу на основі метабісульфід натрію та похідних фосфорної (фосфонові) кислоти виробляють в м. Запоріжжі.

Класичним прикладом пом'якшення води є іонно-обмінний метод, але в наш час більш перспективним є стабілізаційні методи, що дають змогу в комплексі запобігати утворенню, накипу та корозії металів, і, в разі необхідності, відмити вже сформовані застарілі відкладення.

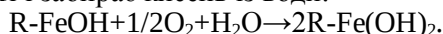
Мета дослідження: запропонувати нові, економічні прості рішення при хімічній деаерації води із застосуванням каталітичного Redox-K фільтра, визначити доцільність і можливість стабілізаційного методу обробки води теплових мереж.

Викладення основних результатів дослідження. Більш раціональним з технічно-економічної точки зору є нова, запропонована технологія хімічної деаерації води монорозчином сульфід натрію в стехіометричній кількості концентрацією 10—15% з подальшою фільтрацією через Redox-K фільтр. Фільтр використовується як каталізатор прискорення реакції окислення сульфід натрію. Фільтр завантажений зернистим каталітичним фільтруючим матеріалом — редокситом [2].

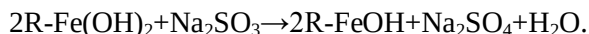
Редоксит — це органічно-мінеральне з'єднання, що виготовляється на основі катіоніту КУ2-8. У форму катіоніту вводяться і закріплюються на поверхні зерен

іони заліза із змінною валентністю, які виконують каталітичну функцію. Редоксит має високу ємність за киснем 3500 мг-екв/кг і максимальну робочу температуру 123°C [3].

Ємність за киснем залежить від різних факторів: вмісту у воді, що обробляється після Na-катіонування, солей жорсткості та іонів металів, значення рН вихідної води та режиму експлуатації Redox-K фільтра (швидкості фільтрування, температури). При нестачі сульфіту натрію у воді редоксид проявляє буферні властивості і забирає кисень із води:



При надлишку має місце процес відновлення півтораокису заліза до закисної форми:



Буферні властивості редокситу стабілізують процес підготовки води.

Таблиця 1. Результати виробничих досліджень роботи установок хімічної деаерації води з каталітичним фільтром у котельнях теплових мереж

Значення параметра	Назва міста				
	Дніпропетровськ	Житомир		Луганськ	Кривий Ріг
Продуктивність по підживлювальній воді, м³/год: мінімальна максимальна	0,6 5	2 20	7 80	1 10	0,6 5
Об'єм каталітичного фільтрувального матеріалу, м³	0,085	3,3	3,2	0,165	0,085
Норма довантаження на рік, не більше, %	5				
Термін роботи, опалювальний період, місяць	3	2		1	1
Вміст кисню у воді після установки, мкг/дм³	5—20	10—30			
Нормативне значення вмісту кисню в мережній та підживлювальній воді водогрійних котлів і теплових мереж, мкг/дм³	30—50				
Температура води перед установкою хімічної деаерації води з каталітичним фільтром, °С	10—20	2—40		5—10	25—30

Таблиця 2. Технічні вимоги до води, що поступає на Redox-K фільтр

Найменування параметра	Одиниці виміру	Значення
Загальна жорсткість, не більше	мг-екв/л	0,1—0,2
Механічні домішки	мг/л	не допускається
Вміст хлоридів, не більше	мг/л	250
Вміст розчинного кисню	мг/л	не нормується
рН, не менше	—	6,5
Температура min max	°C	5 40—60
Робочий тиск min max	МПа	0,2 0,6

Виробничі дослідження показали надійність та ефективність роботи запропонованої технології, вилучення кисню на поверхні зернистого матеріалу каталізатора відбувається за 2—3 секунди. Концентрація кисню у воді знижувалась після Redox-K фільтра до 10—30 мкг/л при допустимій нормі для теплових мереж 50 мкг/л.

Нова технологія знекиснення води економічна (монорозчин сульфіту натрію в кілька разів дешевший за модифікований розчин), не забруднює теплові мережі солями кобальту та міді, що викликають електрохімічну корозію. Нова технологія знекиснення води з каталітичним Redox-K фільтром запроваджена фірмою «Нафтохімекологія» в теплових мережах м. Мелітополя (продуктивність 80 м³/год), Житомира (60 м³/год), Білої Церкви, Дніпропетровська та ін.

На рис.1 представлена принципова технологічна схема хімічної деаерації води з Redox-K фільтром.

Пом'якшена вода після Na-катіонітових фільтрів з баку 1 насосом 2 проходить через Redox-K фільтр 8 зверху вниз і подається в теплову мережу 9 чи на водогрійні котли. Із збільшенням опору шару редокситу Redox-K фільтр спускається потоком пом'якшеної води з низу в гору по лінії 10. При спуску фільтра підживлювальна вода проходить через байпасний трубопровід 6.

Для прискорення процесу розчинення сульфіту натрію у воді розчин перемішується циркуляційним насосом 5. Витратомір 7 має імпульсний вихід на контролер, насос дозатор 4 подає сульфіт натрію в трубопровід подачі води на фільтр пропорційно витраті води.

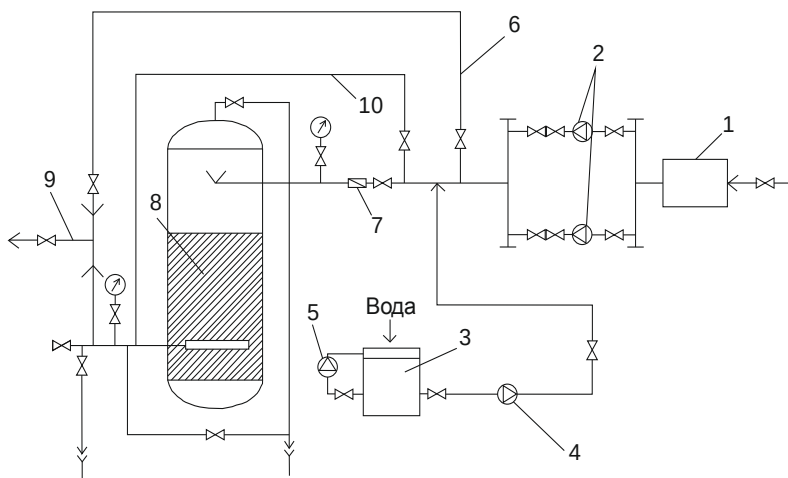


Рис. 1. Схема установки каталітичного фільтра: 1 — бак запасу пом'якшеної води; 2 — підживлювальні насоси; 3 — бак для приготування розчину сульфіту натрію; 4 — насос дозатор; 5 — рециркуляційний насос; 6 — байпасна лінія; 7 — витратомір; 8 — Redox-K фільтр; 9 — подача води до теплової мережі, до котла; 10 — подача води при спуску фільтра

З 2008 р. на підприємствах «Житомиртеплокомуненерго» згідно з рекомендаціями почали відмивку теплових мереж із застосуванням фосфонатів. На водопідготовці зм'якшували воду на Na-катіонітних фільтрах, вилучали кисень при хімічній деаерації води із застосуванням Redox-K фільтра і добавляли у воду фосфонати. Безпосередньо перед мережевими насосами були встановлені магнітні шламовідокремлювачі з автоматичним скиданням шламу конструкції НДПІ «Водоочисні технології» м. Сєвєродонецьк. Це забезпечило відсутність заносу труб водогрійних котлів шламом.

Протягом кількох діб після початку дозування реагентів спостерігалось помутніння мережевої води і зростання концентрації в ній заліза до 3—5 мг/л. У процесі відмивання старих відкладень почали виявлятися пошкодження трубопроводів, що закривались продуктами корозії. Виявлені пошкодження усувались, а нові не з'являлись через зменшення корозії. Таким чином зменшилась витрата підживлювальної води на підприємствах, що сприяло зменшенню витрати газу та солі для регенерації Na-катіонітних фільтрів, також зменшилась витрата електроенергії. Так, у котельнях, де була повністю відмита мережа від відкладень, економія електроенергії складала 20—30% завдяки зменшенню втрат напору на тертя в трубопроводах.

Співробітники фірми «Нафтохімекологія» та «Житомиртеплокомуненерго» провели виробничі дослідження теплових мереж з водогрійними котлами типу ВК-32 і Колві-1500 з дозуванням у підживлювальну воду суміші реагентів PuroTech 11 (водний розчин сульфату натрію з католізатором) і PuroTech 10 (водний розчин фосфонатів і фосфатів) в об'ємному співвідношенні 10:1 із загальною витратою 250—300 г/м³ підживлювальної води.

Після закінчення опалювальних сезонів 2008—2010 рр. був проведений внутрішній огляд жаротрубних котлів ВК-32 і Колві-1500 в котельні Слобідська, 17 (м. Житомир), де проводився експеримент впровадження стабілізаційних методів обробки води. Поверхні нагріву котлів не мали слідів накипу і корозії, в шламовідокремлювачах накопичилось багато шламу. Відбулася відмивка старих відкладень з поверхні нагріву котлів, трубопроводів теплових мереж і частково опалювальних пристроїв споживачів. Різко зменшились розриви трубопроводів теплових мереж.

Середня питома витрата газу для котельні і теплових мереж, що використовували стабілізаційний метод обробки води склав 159,6 кг у. п. на 1 Гкал виробленої теплоти, а для котельні з тепловими мережами при використанні води з обробкою стандартними методами — 169,29 кг у. п. на 1 Гкал. Питома витрата електроенергії становить 23,44 кВт/год на 1 Гкал, проти 29,3 кВт/год на 1 Гкал [5].

Висновки

1. Впровадження нової технології хімічної деаерації води на основі каталітичного Redox-K фільтра забезпечує економічну і надійну роботу схеми знекиснення води для водогрійних котлів і теплових мереж.

2. Для теплових мереж рекомендується застосовувати хімічну деаерацію води з Redox-K фільтром і корекційною протинакипною обробкою води фосфонатами.

3. Необхідні нові методи хімічної підготовки води (стабілізаційна обробка води) для систем центрального теплопостачання, що дасть змогу підвищити енергоефективність систем теплофікації.

Література

1. Поржезінський Ю. Г., Рибалка С. І. Нові технологічні рішення в хімічній деаерації води. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2010. № 32. С. 19—20.

2. Патент України на корисну модель № 33315. Застосування нерозчинного у воді складного радикала іоніту як каталізатора процесу окиснення сульфіту киснем. Власник НВО «Нафтохімтехнологія», чинний від 10.06.2008.

3. Поржезінський Ю. Г., Осадчий М. М. Дослідження процесу хімічної деаерації води на основі редокситу. *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. 2009. № 28. С. 88—89.

4. Ковалёва Н. Е., Рудакова Г. Я. Теория и практика применения комплексонов для обработки воды. *Новости теплоснабжения*. 2002. № 3. С. 18—21.

5. Вітковський В., Павленко П., Бужинський В. та ін. Промивка теплових мереж профілактика появи накипних відкладень — ефективний спосіб енергозбереження в системах теплофікації. *Комунальне господарство*. 2014. № 4. С. 15—17.