

7. Л. И. Дегтерева, Т. А. Шевченко. Кинематика процессов аммонификации, нитрификации, денитрификации // Коммунальное хозяйство городов: Научно-технический сборник. Вып. 93 К.: Техника, 2010. С. 156-161.

8. С. С. Душкин, А. Н. Коваленко, М. В. Дегтярь, Т. А. Шевченко. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод: монография. Х.: ХНАГХ, 2011. 146 с.

9. О. В. Третьяков, В. Л. Безсонний, Т. О. Шевченко. Підвищення ефективності очищення побутово-промислових стоків // Збірка наукових статей, що видана за матеріалами VII міжнародної науково-методичної конференції НТУ «ХПІ» та 105-ї міжнародної конференції EAS – «Безпека людини в сучасних умовах», 3-4 грудня 2015 р.: за ред. проф. В.В. Березуцького. Харків, ГО СФБЖДЛ, 2015. С. 315–323.

Надійшло до редакції 25.10.2016

УДК 628.164

Є.В. ЮРКОВ, кандидат технічних наук

Київський національний університет будівництва і архітектури

В.А. ПОТІЄНКО

О.Д. ЮРКОВ

ДІ «УкрНДІводоканалпроект»

ЗНЕЗАЛІЗНЕННЯ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЛУГОМІСТКИХ РЕАГЕНТІВ

Технологічна та економічна оцінка використання вапна, кальцинованої та каустичної соди ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , Na_2CO_3) в технології знезалізнення питної та промислової води, з визначенням оптимальних доз лугомистких реагентів та технологічної доцільності їхнього використання.

Ключові слова: вапно, кальцинована сода, каустична сода, рН води, знезалізнення води.

Технологическая и экономическая оценка использования извести, кальцинированной и каустической ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaOH , Na_2CO_3) в технологии обезжелезивания питьевой и промышленной воды, с определением оптимальных доз щелочных реагентов и технологической целесообразности их использования.

Ключевые слова: известь, кальцинированная сода, каустическая сода. рН воды, обезжелезивания воды.

Technological and economic evaluation of the deferritization technologies of drinking and industrial water using slaked lime, caustic and washing soda

(Ca(OH)₂, NaOH, Na₂CO₃), determination of the optimal dose of the alkaline containing reagents and technological feasibility of their use.

Key words: slaked lime, caustic soda, washing soda, pH of water, water deferrization.

Для знезалізнення питної та промислової води застосовують різні методи обробки: аерація, іонний обмін, зворотний осмос, хлорування, сорбція з використанням різних сорбційних матеріалів. Так, для знезалізнення природних вод найбільшого поширення набув аераційний метод, однак він малоефективний при знезалізненні води з низьким рН, тому нормативними документами при рН нижче 6,8 даний метод використовувати не рекомендується [1,121].

Для знезалізнення води з низьким діапазоном рН 6,2...6,5, що має місце при водопостачанні з підземних джерел, в даних дослідженнях були використані лугомісткі реагенти: каустична сода NaOH, кальцинована сода Na₂CO₃ і гашене вапно Ca(OH)₂ для визначення технологічної та економічної доцільності їх використання. При плануванні експерименту використовувалася методика Протодьяконова та Тедера [2].

Модельні розчини готувалися з концентрацією заліза в межах від 2,1 до 10,0 мг/л, з рН 3...8, жорсткістю від 3,3 до 8,0 мг-екв/л, час контакту реагентів з вихідною водою від 5 до 15 хв. Розчин NaOH використовувався 0,05%-ої концентрації, розчин Na₂CO₃ і Ca(OH)₂ готувалися 5%-ої концентрації. При проведенні експерименту в колбу ємністю 500 мл заливали 200 мл модельного розчину заданої концентрації, рН і жорсткості перемішували і залишали на визначений час. По закінченню часу контакту, проби відфільтровувались, визначалася концентрація заліза, рН і жорсткість води, для визначення цих показників використовувалися стандартні методики. Метою експерименту було визначити оптимальні дози каустичної, кальцинованої соди і гашеного вапна. Визначався вплив рН, жорсткості і часу контакту на процес знезалізнення води.

Суттєвий вплив на процес утворення гідроксиду заліза при знезалізненні води має рН вихідної води, так найбільш інтенсивно цей процес протікає при рН в межах 8,0...9,0, а при низьких рН води утворення гідроксиду заліза протікає вкрай повільно. У досліджах ставилося завдання визначити оптимальну дозу реагенту, при якій значення рН знаходилося б у зазначених вище межах (рис.1-2). Жорсткість підземних вод найчастіше коливається в межах від 1,5...2,0 до 9,0 мг-екв/л і вище. У проведених досліджах жорсткість води перебувала в межах від 3,3 до 9,0 мг-екв/л.

При всіх зазначених значеннях жорсткості і рН зі збільшенням дози NaOH, жорсткість вихідної води значно знижується. Встановлено також, що час реакції розчину каустичної соди з вихідною водою суттєво впливає на залишковий вміст заліза у вихідній воді.

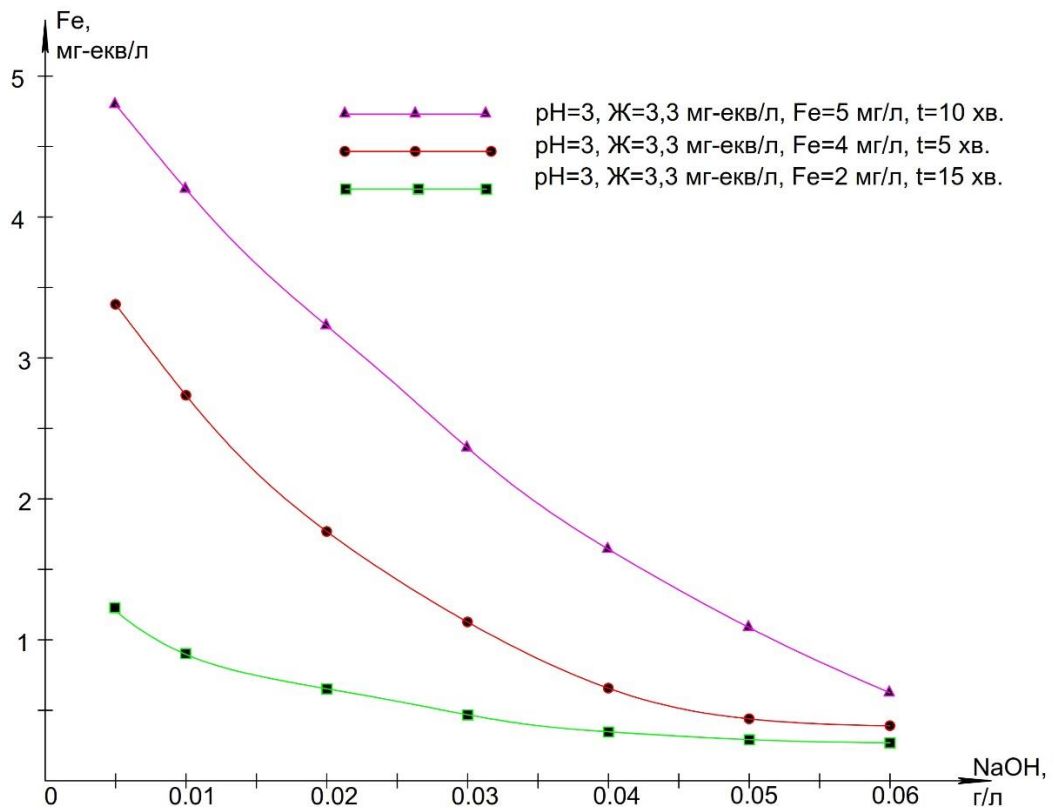


Рис.1. Залежність концентрації заліза від дози розчину NaOH

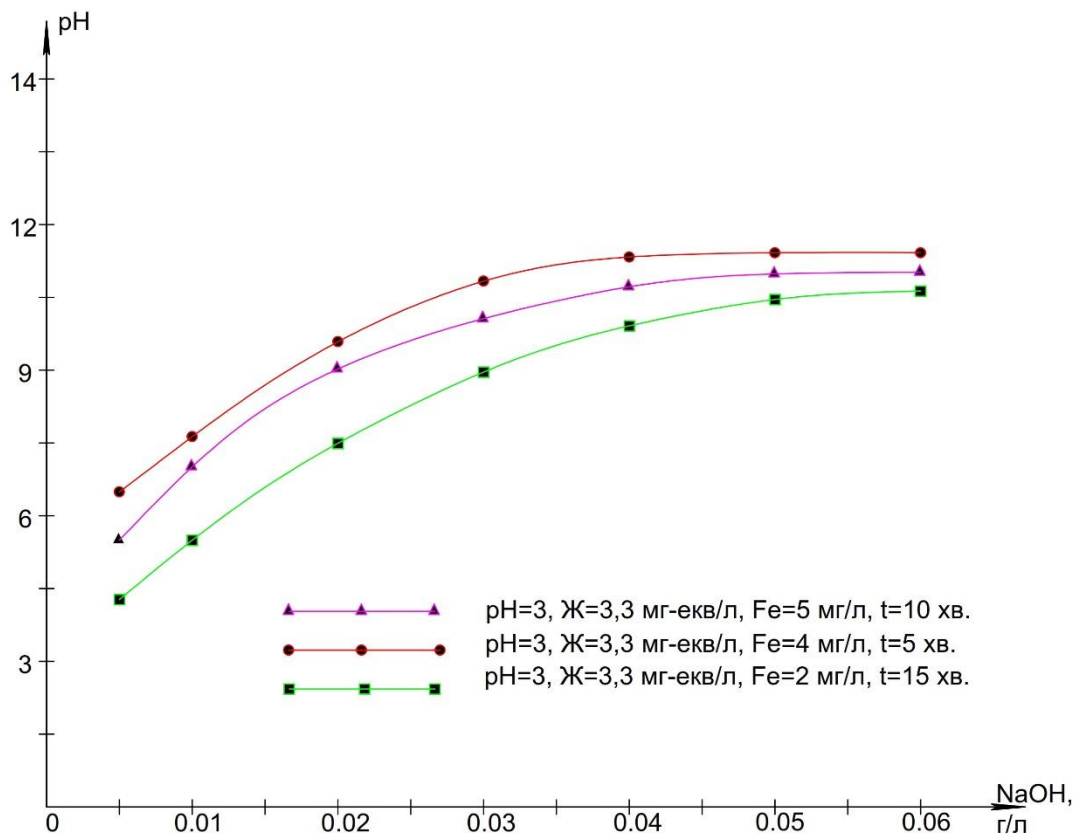


Рис.2. Залежність величини pH від дози розчину NaOH

Карбонат натрію Na_2CO_3 або кальцинована сода широко використовується в різних галузях промисловості, в тому числі в системах опалення для пом'якшення води. У даних досліджах кальцинована сода використовували для коригування рН (рис.3). Методика проведення експерименту аналогічна методиці при використанні NaOH , визначалися оптимальні дози соди для отримання залишкової концентрації заліза 0,2 мг/л.

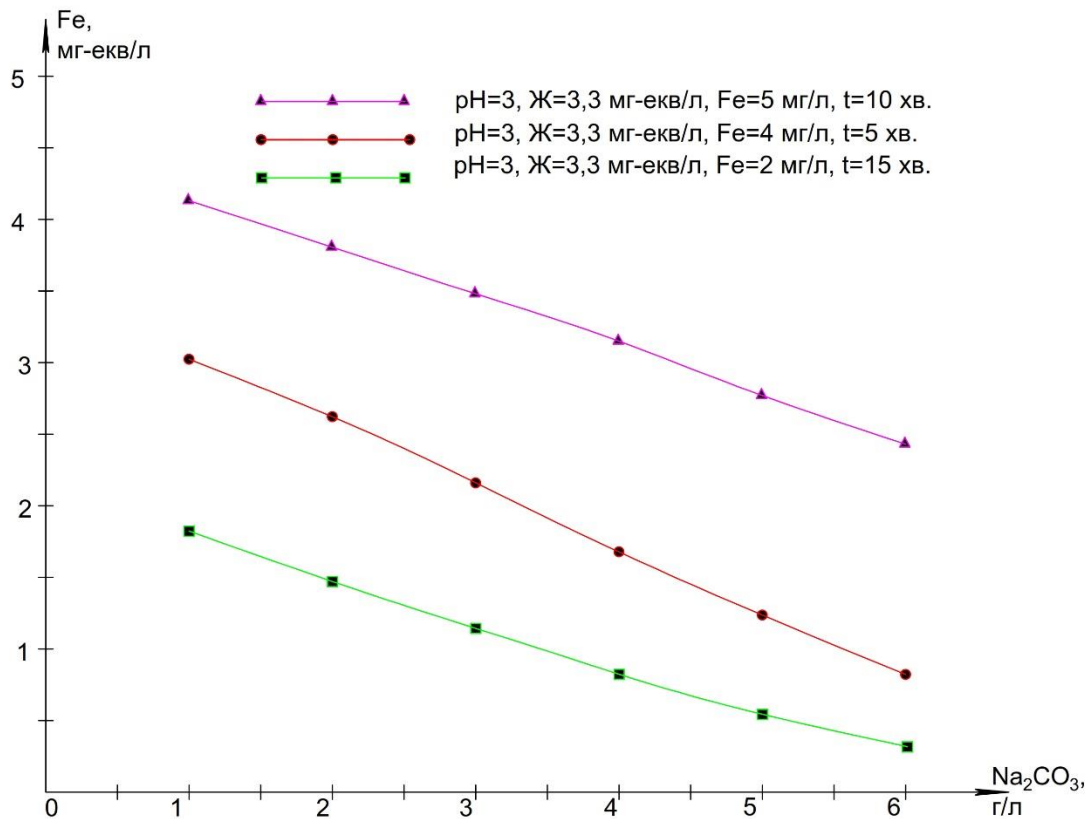


Рис.3. Залежність концентрації заліза від дози розчину Na_2CO_3

Гашене вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$, як найбільш дешевий реагент, широко використовується в технології очищення води для коригування її рН, пом'якшення та нейтралізації іонів важких металів. При проведенні дослідів ставилося завдання визначити оптимальні дози вапна для отримання залишкової концентрації заліза в обробленій воді в межах 0,2...0,3 мг/л, для знезалізнення води при рН в межах від 3 до 8, вмісті заліза у вихідній воді в кількості 2,1...10,0 мг/л, жорсткості в межах 3,3...9,0 мг-екв/л, часу реакції вапняного 5% -ного розчину з вихідною водою протягом 5...15 хв. В ході дослідів виявилось, що в вапно при пом'якшенні води зв'язує бікарбонати кальцію і магнію в нерозчинні сполуки CaCO_3 і $\text{Mg}(\text{OH})_2$. В результаті досліджень встановлено, що найменша концентрація заліза у вихідній воді при обробці вапном досягається при 15-ти хвилинному часу контакту (рис.4-5).

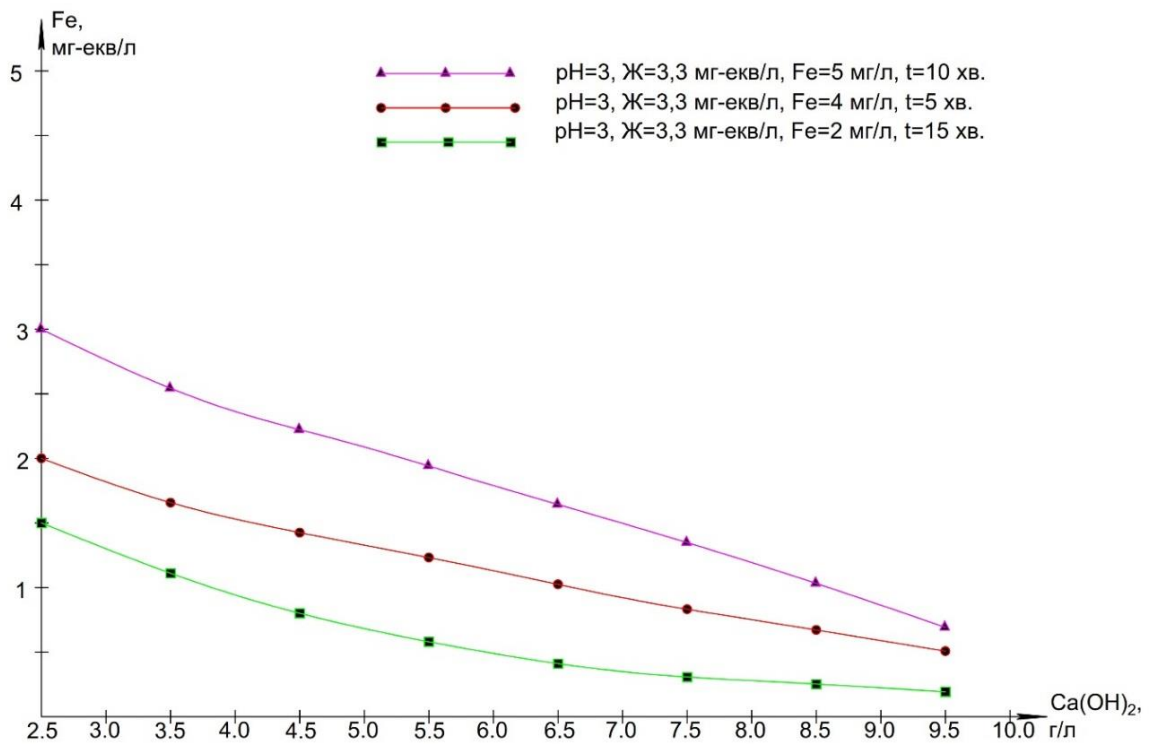


Рис.4. Залежність концентрації заліза від дози розчину Ca(OH)₂

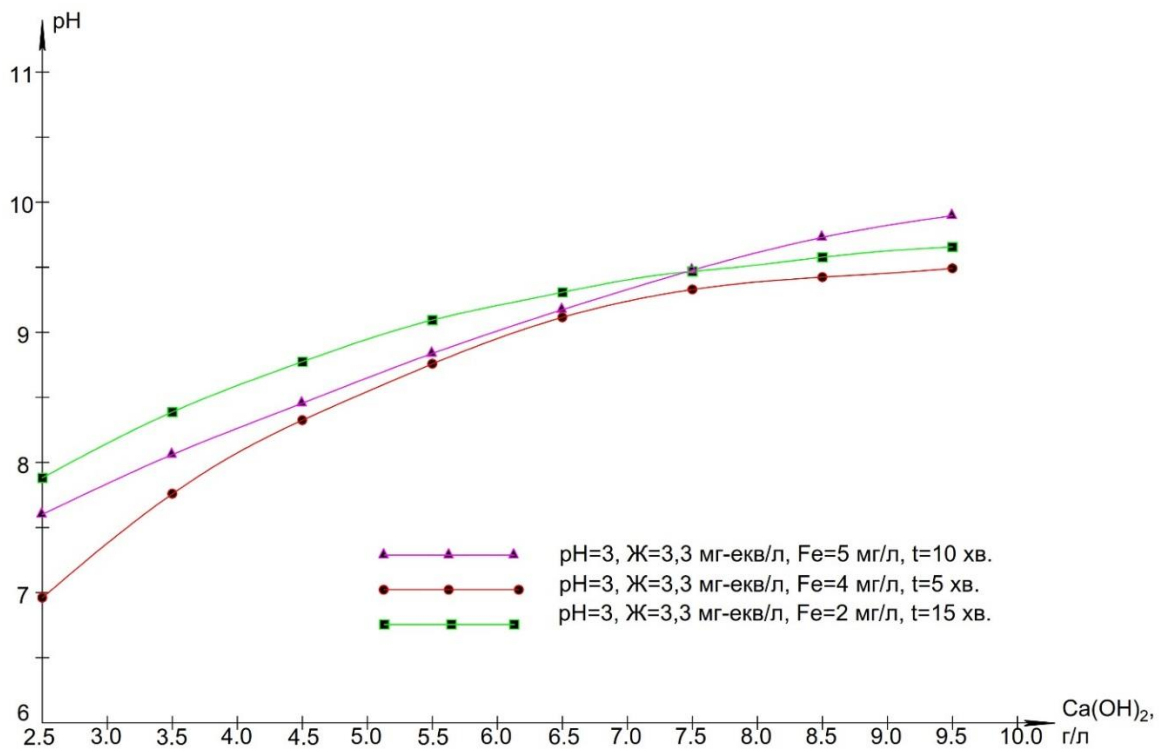


Рис.5. Залежність величини pH від дози розчину Ca(OH)₂

На підставі проведених експериментів з використанням каустичної, кальцинованої соди і гашеного вапна можна зробити наступні **висновки**.

1. Оптимальні дози та вартість обробки 1 м^3 води лугомисткими реагентами для видалення заліза до допустимих норм становить:

- каустична сода NaOH доза $0,03\dots 0,05$ г/л, вартість $0,08$ грн/ м^3 ;
- кальцинована сода Na_2CO_3 доза $3,5\dots 6$ г/л, вартість г/л $0,08$ грн/ м^3 ;
- гашене вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$ доза $7,5\dots 8,5$ г/л, вартість $0,20$ грн/ м^3 .

2. Найбільший ефект видалення заліза досягається при значеннях Рн 8-9

3. Лугомісткі реагенти зменшують жорсткість вихідної води на $40\dots 70\%$ від вихідного значення.

4. Необхідний час для реакції лугомистких реагентів з вихідною водою становить $10\dots 15$ хв.

Список літератури

1. *ДБН В.2.5-74:2013* Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К., 2013. 69 с.

2. *Протодьяконов М.М., Тедер Р.И.* Методика рационального планирования экспериментов. М. Наука, 1971.

Надійшло до редакції 14.11.2016

Наукове видання

ПРОБЛЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ВОДОВІДВЕДЕННЯ ТА ГІДРАВЛІКИ

Науково-технічний збірник

Випуск 27

Дизайн обкладинки *Плоский В.О.*
Коректура та комп'ютерна верстка *Аргатенко Т.В.*