

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 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 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 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 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)<sub>2</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>), 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 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> і гашене вапно Ca(OH)<sub>2</sub> 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 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> і Ca(OH)<sub>2</sub> 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.

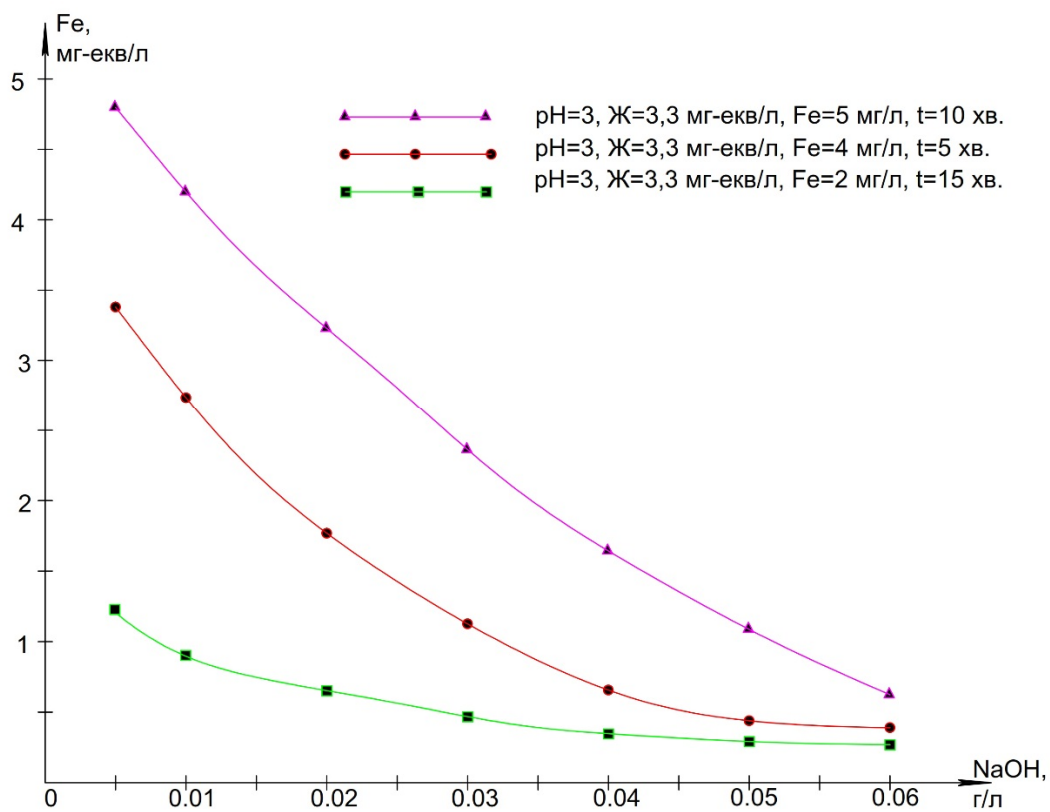


Рис.1. Залежність концентрації заліза від дози розчину NaOH

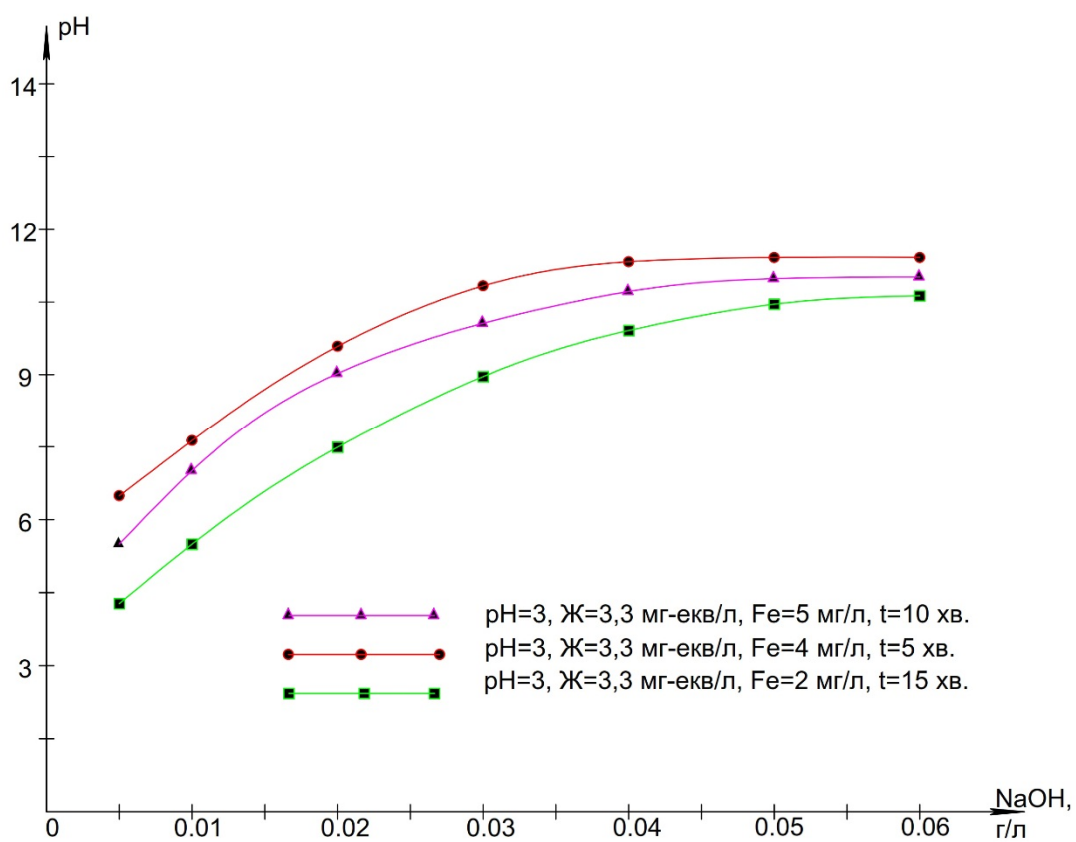


Рис.2. Залежність величини pH від дози розчину NaOH

Карбонат натрію  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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  $\text{NaOH}$ , визначалися оптимальні дози соди для отримання залишкової концентрації заліза 0,2 мг/л.

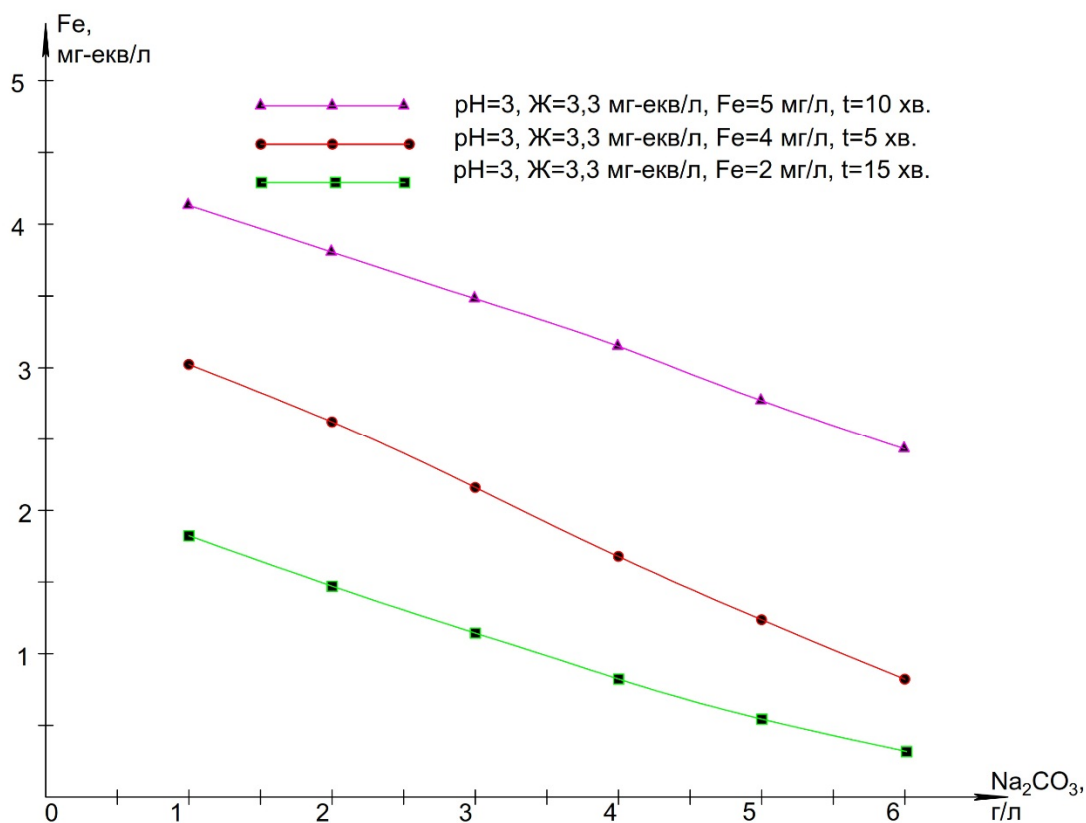


Рис.3. Залежність концентрації заліза від дози розчину  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

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  $\text{CaCO}_3$  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).

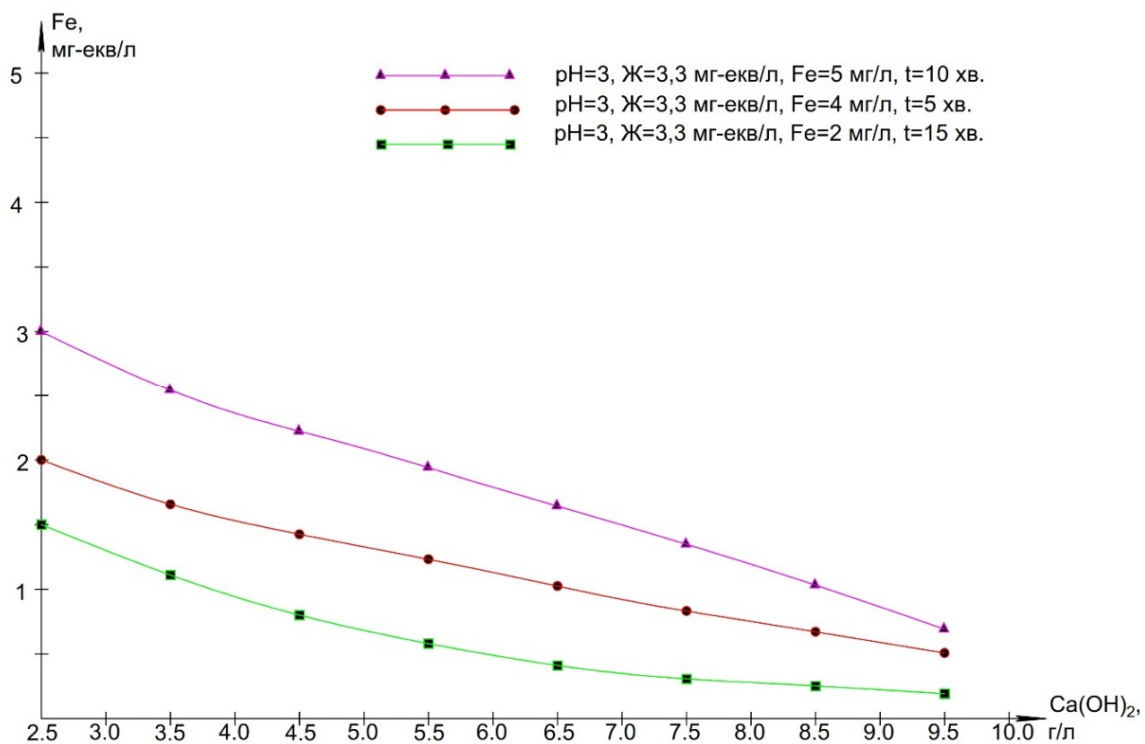


Рис.4. Залежність концентрації заліза від дози розчину Ca(OH)<sub>2</sub>

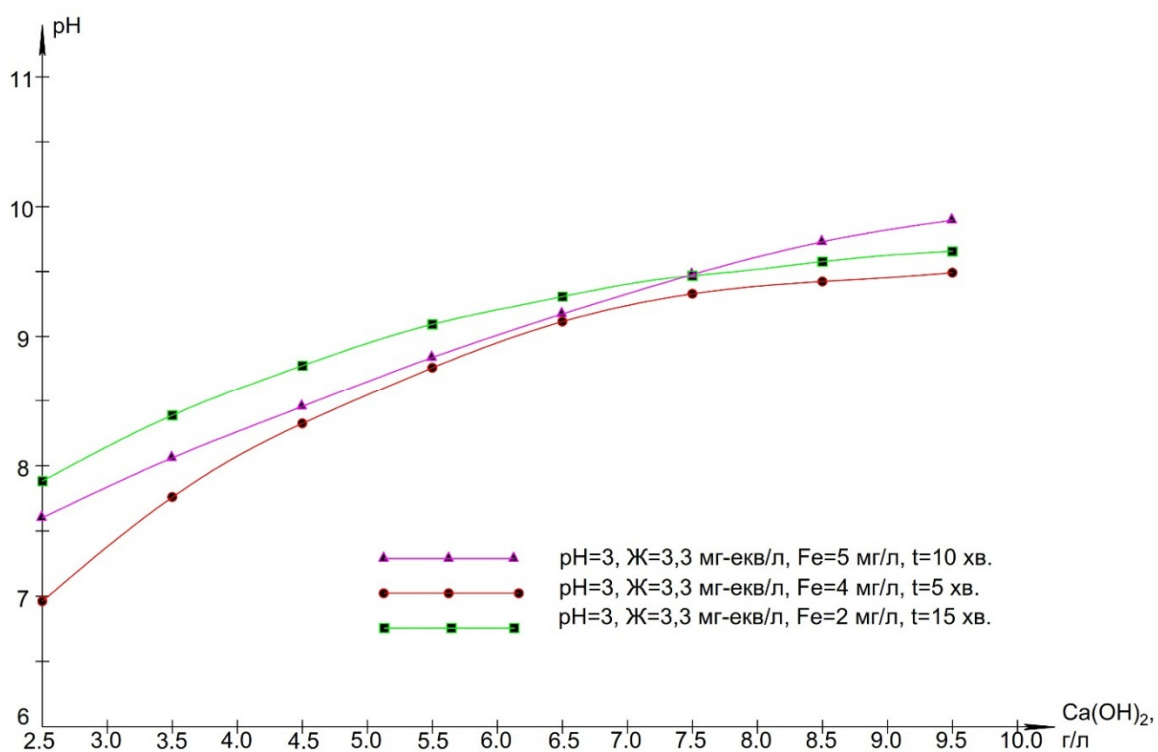


Рис.5. Залежність величини pH від дози розчину Ca(OH)<sub>2</sub>

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

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

- каустична сода  $\text{NaOH}$  доза  $0,03\dots 0,05$  г/л, вартість  $0,08$  грн/ $\text{м}^3$ ;
- кальцинована сода  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  доза  $3,5\dots 6$  г/л, вартість г/л  $0,08$  грн/ $\text{м}^3$ ;
- гашене вапно  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  доза  $7,5\dots 8,5$  г/л, вартість  $0,20$  грн/ $\text{м}^3$ .

2. Найбільший ефект видалення заліза досягається при значеннях  $\text{pH}$  8-9

3. Лугомисткі 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*