

*Фізико-хім. механіка матеріалів. Електрохімічний захист і корозійний контроль. – 2001. – №2. – С.102 – 107. 9. Каданер Л. И. Справосник по гальваностегији. – К.: Техника, 1976. – 253 с. 10. Akselrud L.G., Gryn Yu.M., Zavalii P.Yu. et al. CSD-Universal program package for single crystal and/or powder data treatment // XII European Crystallographic Meetsng. Collected Abstracts. Moscow. – 1989. – Vol. 3. – P. 155.*

УДК 628.337:546.221

Л.В. Савчук, І.А. Тихонова\*, Л.І. Вовк  
 Національний університет “Львівська політехніка”,  
 кафедра, хімії і технології неорганічних речовин,  
 \*кафедра гідравліки та сантехніки

## ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД СІРКОВОДНЮ ЕЛЕКТРОКОАГУЛЯЦІЙНИМ МЕТОДОМ

© Савчук Л.В., Тихонова І.А., Вовк Л.І., 2002

**Наведено результати дослідження очищення води від сірководню електрокоагуляційним методом з використанням залізних та алюмінієвих електродів. Максимального ступеня очищення (83 %) досягли на залізному електроді за густини струму  $0,42 \text{ А/дм}^2$  та рН 4,47.**

**Experimental data of water purification from hydrogen sulfide by means of electrocoagulation method with use of iron and aluminium electrodes are submitted. The maximal effects of purification (83 %) was achieved with iron electrode at current density  $0,42 \text{ A/dm}^2$  and pH 4,47.**

Останнім часом усе помітнішою стає деградація водного басейну, пов'язана, зокрема, з антропогенним забрудненням водою шкідливими хімічними речовинами. Серед таких речовин значне місце займає забруднення води сірководнем, що призводить до погіршення якості води і забруднення довкілля токсичними сірковмісними газами, зокрема  $\text{SO}_2$  і  $\text{H}_2\text{S}$ . Враховуючи напружену ситуацію з водними ресурсами в Україні, актуальною стає проблема раціонального використання та економії води. Особливо це стосується промислового водопостачання, на потреби якого витрачається значна кількість свіжої води.

У природі сірководень зустрічається дуже часто, і поява його в більшості випадків пов'язана з міграцією сірки. Сірководень може бути як органічного, так і неорганічного походження. Наявність його в деяких випадках пояснюється результатом діяльності анаеробних бактерій, які беруть участь у відновленні сульфатів до сірководню.

Основними видами забруднювальних речовин промислових стічних вод, перш за все, є викиди самих підприємств. Отже, якісний склад, а, відповідно, і властивості промислових стічних вод залежать від виду і характеру виробництва, вихідної сировини. Тому найчастіше сірководень трапляється у стічних водах підприємств, які використовують сірковмісні сполуки для виготовлення своєї продукції чи технології виробництва. Однією з причин появи у стічних водах сірководню є також біологічне окиснення і руйнування органічних сполук, що містяться у більшості стічних вод.

Вміст сірководню у стічних водах промислових підприємств може знаходитись у широких межах: від 0,2 до 5000 мг/л. До підприємств, стічні води яких містять значну кількість сірководню, належать: заводи чорної металургії, коксохімічні заводи, газогенераторні станції, нафтовидобувні підприємства, текстильні виробництва, виробництво штучного волокна, дренажні води гірничо-хімічних комбінатів.

Серед багатьох методів очищення вод найперспективнішими є безреагентні методи, зокрема, електрохімічні. Вони дають змогу зв'язувати шкідливі домішки за допомогою реагентів, які не вводяться ззовні, а генеруються внаслідок електродних процесів при дії постійного електричного струму. Дослідження проводили з використанням установки, зображеної на рис.1.

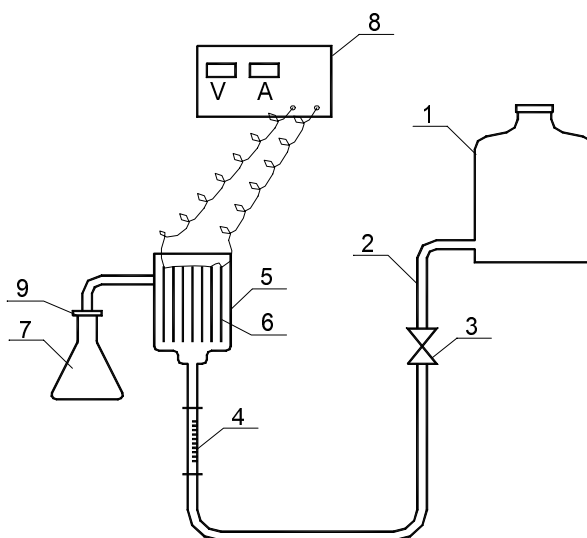


Рис. 1. Принципова схема експериментальної установки

Експериментальна установка (рис. 1) складається з таких елементів: 1 – ємність з сірководневою водою (скляний 10 л бутиль); 2 – гумовий шланг; 3 – засувка для регулювання витрати води; 4 – витратомір; 5 – корпус електролізера; 6 – електроди; 7 – збірна ємність; 8 – джерело постійного струму; 9 – фільтр.

Приготовлений водний розчин з певною концентрацією сірководню, після проведення аналізу, заливали у ємність 1. За допомогою засувки 3 заповнювали електрокоагулятор 5 розчином, одночасно встановлювали постійну витрату за допомогою витратоміра 4. Після того, як електроди були повністю занурені в сірководневу воду, вмикали джерело постійного струму і встановлювали відповідну силу струму на ньому. Після ввімкнення електрокоагулятора починали очищення. Перший літр води зливали і на аналіз періодично відбирали по 100 мл води, що пройшла через електрокоагулятор. Після проведення досліду закривали засувку, вимикали джерело постійного струму і промивали електрокоагулятор чистою водопровідною водою.

Відібрану пробу відфільтровували на паперовому фільтрі, закривши кришкою лійку з фільтром, для запобігання втрати леткого сірководню, який ще залишився після очищення на електрокоагуляторі. Одержаний фільтрат аналізували колориметричним методом.

Досліди проводили з використанням алюмінієвих та залізних електродів за різних умов. У першій серії дослідів приймали постійною густиною струму, змінюючи рН. В другій серії дослідів – при постійному рН змінювали густиною струму.

За результатами досліджень побудували графічні залежності, наведені на рис. 2.

За сталих значень рН (рН 4,47 для залізного і рН 4,17 для алюмінієвого анодів) вивчали залежність ефекту очищення води від сірководню від різної густини струму (рис. 2). Як видно з рис. 2, б, ефект очищення води на залізному аноді сильніше залежить від густини струму, ніж на алюмінієвому аноді. Крива 1 (залізний анод) має два екстремуми: максимальний ефект очищення припадає на густину струму 0,42 А/дм<sup>2</sup>, мінімальний – на густину струму 0,83 А/дм<sup>2</sup>. Крива 2 (алюмінієвий анод) має плато в інтервалі 0,50 – 0,85 А/дм<sup>2</sup>, спостерігається тенденція незначного збільшення ефекту очищення за більшої густини струму.

Порівнюючи результати досліджень, отримані з використанням анодів із різного матеріалу, можна зробити висновок, що максимального ефекту очищення (83 %) досягли на залізних анодах при густині струму 0,42 А/дм<sup>2</sup>, а на алюмінієвих – 0,95 А/дм<sup>2</sup>. Тому, з погляду економії енергії, перевагу слід надати залізним анодам.

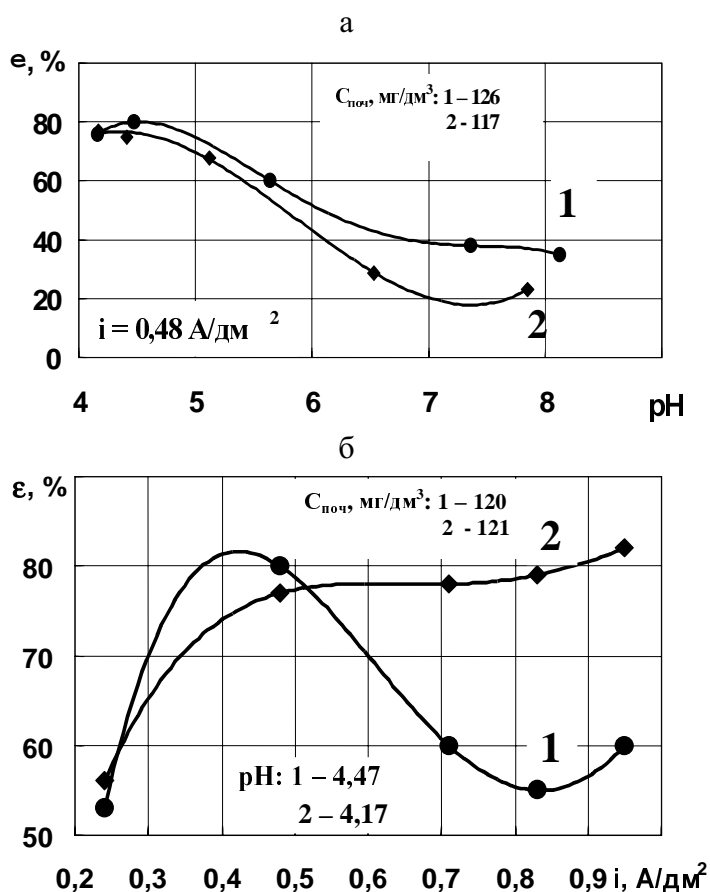


Рис. 2. Залежність ефекту очищення сірководеньвмісної води від рН (а) та густини струму (б): 1 – залізний анод; 2 – алюмінієвий анод

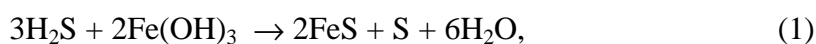
Результати досліджень впливу рН на ефект очищення за сталої густини струму (0,48 А/дм<sup>2</sup>) для двох різних анодів наведені на рис. 2, а (залізний – крива 1, алюмінієвий – крива 2). Така густина струму дозволяла отримати максимальний ефект очищення.

Як видно з рис 2, а, в інтервалі рН 4,0 – 4,8 ефект очищення становив  $\approx 80\%$ , далі в інтервалі рН 4,8 – 6,8 ефект очищення зменшувався і стабілізувався на рівні  $\approx 40\%$  в інтервалі рН 6,8 – 8,0. Причому крива 2, яка характеризує очищення за допомогою алюмінієвого анода, розташована нижче за криву 1 (залізний анод).

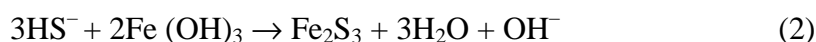
Отже, максимального ступеня очищення (83 %) досягали на залізному аноді за густини струму 0,42 А/дм<sup>2</sup> і рН 4,47.

Високий ступінь очищення цим методом можна пояснити виділенням у розчин катіонів заліза (II), (III), одержаних розчиненням анода, які взаємодіють з іонами HS<sup>-</sup> і S<sup>2-</sup> та утворюють завислі у воді сполуки типу сульфідів заліза і колоїдної сірки. Під час даного процесу відбуваються такі реакції:

– в слабкоокислому середовищі і нейтральному



– в слабколужному



Наявність колоїдної сірки ускладнює стадію вилучення завислих частинок, але, попри все, даний метод дозволяє досягнути потрібної глибини очищення.

УДК 661.24

Л.В. Савчук, В.Т. Яворський, Р.Р. Оленич, З.М. Коваль,  
Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра хімії і технології неорганічних речовин

## ДО ПИТАННЯ ОЧИЩЕННЯ ГАЗОВИХ ВИКИДІВ ВІД СІРКОВМІСНИХ СПОЛУК

© Савчук Л.В., Яворський В.Т., Оленич Р.Р., Коваль З.М., 2002

**Наведено результати огляду та критичного аналізу існуючих методів очищення газових викидів від сірки (IV) оксиду. Запропоновано для уловлювання використувати сорбенти виготовлені з викидів виробництв промисловості України.**

**The results are presented regarding the review and the critical analysis of existed methods of absorbtion of gas sulfur (IV) oxide. It is proposed to use sorbents prepared on the basis of discharge from industrial enterprises of Ukraine for absorbtion of SO<sub>2</sub>.**

Розвиток промисловості та енергетики спричиняє до небажаних змін у природному середовищі, зокрема, до забруднення атмосфери токсичними речовинами, найшкідливішими з яких є сполуки сірки – сірки (IV) оксид та сірководень. Джерелами виділення сполук сірки у атмосферу в Україні є такі галузі промисловості: паливно-енергетична, зокрема енергетична, металургійна, зокрема сталеплавильна, електромашинна, хімічна, будівельних матеріалів, целюлозно-паперова, легка, споживча тощо. З метою захисту атмосфери запропоновано та розроблено велику кількість методів очищення газових викидів від сполук сірки, – мокрі, сухі та напівсухі.

Мокрі методи полягають у промиванні газів поглинальними розчинами. Залежно від характеру фізико-хімічних процесів, що відбуваються під час поглинання газів, розрізняють фізичні, фізико-хімічні та хімічні методи.

У фізичних методах абсорбент добре фізично розчиняє поглинальні гази. Прикладом фізичного абсорбента щодо SO<sub>2</sub> є розчини сульфатної кислоти різної концентрації. Після