

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОМИСЛОВИХ СОРБЕНТІВ В ОЧИЩЕННІ СТІЧНИХ ВОД

Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

### Анотація

Запропоновано використання регенованого сумішевого сорбенту (АВ+К) виробництва безалкогольних напоїв, що складався з активованого вугілля марки Деколар А та кізельгуру марок Бекогур 200 та Бекогур 3500 в масовому співвідношенні 4:6, для комплексного очищення стічних вод окремих промислових виробництв від забруднювачів, а саме: очищення технічної води виробництва безалкогольних напоїв від органічних домішок, очищення промивної води процесу міднення від купрум(II)-іонів та сульфідно-лужних розчинів хімічних і нафтохімічних виробництв від сульфід- і гідросульфід-іонів. Встановлено, що використання сумішевого сорбенту (АВ + К), поверхня якого модифікована сульфурвмісними іонами ( $S^{2-}$ ,  $HS^-$ ), збільшує ступінь виділення катіонів купруму(II) із промивних гальванічних вод процесу міднення на 60 % і вказує на високу ефективність та можливість використання таких технологій на промислових виробництвах.

**Ключові слова:** стічні води, регенований сумішевий сорбент, активоване вугілля, кізельгур, адсорбція

### Abstract

The use of regenerated mixed sorbent (AC + K) for the production of soft drinks, consisting of activated carbon brand Decolar A and kieselguhr brands Bekogur 200 and Bekogur 3500 in a mass ratio of 4:6, for integrated wastewater treatment of individual industries from pollution: purification of technical water for the production of soft drinks from organic impurities, purification of washing water for the copper process from copper (II) ions and sulfide-alkaline solutions of chemical and petrochemical industries from sulfide and hydrosulfide ions has been suggested. It was found that the use of a mixed sorbent (AC + K), the surface of which is modified with sulfur-containing ions ( $S^{2-}$ ,  $HS^-$ ), increases the degree of extraction of copper (II) cations from the washing galvanic waters of the copper plating process by 60% and indicates the high efficiency and possibility of using such technologies in industrial production.

**Keywords:** wastewater, regenerated mixed sorbent, activated charcoal, kieselguhr, adsorption

Великі об'єми виробничих стічних вод утворюються на промислових підприємствах хімічної та нафтохімічної галузей і містять серед забруднюючих речовин іони металів, зокрема купрум, сполуки сульфуру – сульфіді та гідросульфіді та інші забруднюючі речовини, які перевищують гранично-допустимі концентрації. Надходження таких стічних вод у природні водойми призводить до негативних явищ, таких як підвищення концентрацій у воді водойми і потрапляння в системи водопостачання, внаслідок чого погіршуються якісні показники води, акумуляція іонів купруму в організмі водних рослин і риб, отруєння безхребетних та риб, що створює загрозу здоров'ю людини.

Для очищення промислових стічних вод досить широко використовують метод адсорбції забруднюючих речовин на різноманітних природних та синтетичних сорбентах. З метою підвищення ефективності процесу адсорбції можуть бути використані суміші сорбентів різної хімічної природи, хімічні та фізико-хімічні методи активування їх поверхні, а також хімічне модифікування сорбційної матриці. На сьогодні вкрай мало технологічних розробок комплексного очищення стічних вод від забруднювачів, які б завершувались отриманням затребуваного кінцевого технічного продукту.

Досліджено використання регенованого сумішевого сорбенту (АВ+К) [1,2] для очищення стічних вод окремих промислових виробництв від забруднювачів, а саме, очищення технічної води виробництва безалкогольних напоїв від органічних домішок, очищення промивної води процесу міднення від купрум(II)-іонів та сульфідно-лужних розчинів хімічних і нафтохімічних виробництв від сульфід- і гідросульфід-іонів.

До складу зазначеного вихідного сумішевого сорбенту (АВ + К) входили кізельгур марок Бекогур 3500 і Бекогур 200 та активоване вугілля марки Деколар А. Кізельгур марки Бекогур 3500 – це грубий кізельгур (діатомова земля) фіксованого гранулометричного складу, який забезпечує необхідну швидкість та глибину фільтрації, а Бекогур 200 – це кізельгур дуже м'якого гранулометричного складу з високою ефективністю фільтрування. Активоване вугілля марки Деколар А – високоактивний сорбент з питомою поверхнею адсорбції 1000–1500 м<sup>2</sup>/г, що широко

використовується в харчовій промисловості. При цьому АВ – неоднорідний пористий сорбент, в якому значна частина сорбційного об'єму приходить на мікропори. Сама структура складається із аморфних ділянок і кристалітів, як основних елементів сорбційного поля [3]. На нашу думку, такий склад регенованих сорбентів різної хімічної природи, що характеризується різною питомою поверхнею адсорбції, має забезпечити необхідну глибину та якість очищення стічних вод окремих промислових виробництв.

Встановлено можливість використання регенованого сумішевого сорбенту (АВ+К) для сорбційного очищення технічної води виробництва безалкогольних напоїв [4]. Рефрактометричним методом визначено залишкову кількість цукру у водних розчинах та встановлено, що кількість органічних домішок за один цикл зменшується в 2,9 рази, що вказує на ефективність запропонованого методу очищення.

Досліджено адсорбційне очищення сульфідно-лужних розчинів від  $S^{2-}$ ,  $HS^{-}$ -іонів на регенованому сумішевому сорбенті (АВ + К) [5]. Показано, що при співвідношенні розчин : (АВ + К) = 100 : 40 за температури 20–25 °С і часу експозиції 24 год ступінь вилучення загального сульфуру ( $S_{\text{заг}}$ ) із розчинів складає 96,6 %.

Досліджено очищення промивних стічних вод міднення від купрум(ІІ)-іонів сорбційним методом з використанням регенованого сумішевого сорбенту (АВ + К) [6]. Встановлено, що ступінь вилучення купрум(ІІ)-іонів із досліджених розчинів складає лише 23,3 %, тобто без додаткового активування (модифікації) матричної поверхні сорбенту (АВ + К) використання даного методу не доцільне.

Досліджено модифікування матричної поверхні регенованого сумішевого сорбенту (АВ + К) іонами  $Cu^{2+}$  (метод А) та іонами  $S^{2-}$ ,  $HS^{-}$  (метод Б) з наступним їх використанням при комплексному очищенні промислових стічних вод від  $Cu^{2+}$ ,  $S^{2-}$ ,  $HS^{-}$ -іонів [6]. Показано, що фізико-хімічне модифікування матричної поверхні проходить через утворення координаційних центрів  $CuO_2S_2(H_2O)_2$  (метод А) і  $CuS_2(HS)_2(H_2O)_2$  (метод Б) і закінчується топомічними реакціями з утворенням купрум(ІІ) сульфідів і елементної сірки. Встановлено, що використання сумішевого сорбенту (АВ + К), поверхня якого модифікована сульфурвмісними іонами ( $S^{2-}$ ,  $HS^{-}$ ), збільшує ступінь вилучення катіонів купруму(ІІ) із промивних гальванічних вод процесу міднення на 60 %. Одержану модифіковану сіркою та купрум(ІІ) сульфідом поверхню сумішевого сорбенту (АВ+К) було використано як складову компоненту пластичних мастил.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. А. П. Ранський, О. С. Худоярова, О. А. Гордієнко, Р. Д. Крикливий, та Т. С. Тітов, «Спосіб регенерації суміші активованого вугілля та кізельгуру від органічних забруднювачів,» Патент України С01В 32/30, С01В 32/36, В01J 20/34. № 134391 МПК (2017.01), (2006.01), 10.05.2019.
2. Регенерація суміші сорбентів виробництва безалкогольних напоїв / О. С. Худоярова, Р. Д. Крикливий, О. А. Гордієнко, Т. С. Тітов // XII Менделєєвські читання: збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції, 27-28 лютого 2019 р., Полтава, Україна. – Полтава: ПНПУ ім. В. Г. Короленка, 2019. – С. 30–32.
3. Сорбционные свойства активированного угля, модифицированного микрочастицами серебра, по данным нелинейной газовой хроматографии / Т. А. Котельникова, Б. В. Кузнецов, А. А. Морева, Г. П. Муравьева // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2012. – Т. 12, Вып. 2. – С. 295–303.
4. Regeneration of Sorbents Mixture After the Purification of Recycled Water in Production of Soft Drinks / A. P. Ranskiy, O. S. Khudoyarova, O. A. Gordienko, T. S. Titov, R. D. Kryklyuyi // J. Water Chem. Technol. – 2019. – Vol. 41, № 5. – P. 318–321.
5. Знесірчення промислових сульфідно-лужних розчинів сумішевыми сорбентами / О. С. Худоярова, О. А. Гордієнко, Т. С. Тітов, А. П. Ранський, Р. Д. Крикливий // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2020. – № 1 (148). – С. 13–22.
6. Модифікація поверхні сумішних сорбентів сульфід-іонами для очищення гальванічних промивних вод процесу міднення / О. С. Худоярова, О. А. Гордієнко, Т. І. Сидорук, Т. С. Тітов, А. П. Ранський // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. – 2020. – № 2 (19). – С. 36–46.

**Худоярова Ольга Степанівна** – канд. техн. наук, старший викладач кафедри хімії та методики навчання хімії, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця

**Крук Наталія Олександрівна** – студент групи 4-ДХБ, факультет природничого-географічного, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, м. Вінниця, e-mail: nataliasych405@gmail.com.

**Khudoyarova Olga S.** – Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Senior lecturer of the Department of Chemistry and Methods of Chemistry Teaching, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia

**Kruk Nataliia O.** – student, Faculty of Natural Geography, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, e-mail: nataliasych405@gmail.com.