

ХІМІЧНІ НАУКИ

УДК 628.316.12:546.97

ФЛОТОЕКСТРАКЦІЯ АНІОННИХ БАРВНИКІВ. АКТИВНИЙ ЯСКРАВО-ЧЕРВОНИЙ

Галась М.А., Обушенко Т.І., Толстопалова Н.М.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Результати, що представлено у статті є продовженням досліджень флотоекстракційного вилучення барвників з модельних водних розчинів. Метою роботи було вивчення основних закономірностей видалення барвника аніонного типу активного яскраво-червоного. Для утворення сублату використовували гексадецилпіридиній хлорид. Екстрагент ізоаміловий спирт. Експериментально було досліджено вплив на флотоекстракцію наступних параметрів: мольне співвідношення ПАР: Барвник, рН водної фази, тривалість процесу вилучення. Згідно отриманими даними, найбільшу ступінь видалення барвника (76%) отримано при рН 3, мольному співвідношенні ПАР:Барвник = 2:1.

Ключові слова: флотоекстракція, поверхнево-активні речовини, барвник, ізоаміловий спирт, стічні води.

Постановка проблеми. Велика кількість стічних вод містить різноманітні барвники, які є токсичними та небезпечними для оточуючого середовища. До них слід віднести стічні води заводів, на яких ці барвники виготовляють, а також фарбувальних цехів різних промислових підприємств.

Області застосування органічних барвників дуже численні і різноманітні. Їх застосовують для фарбування пряжі і тканин різноманітних видів: бавовняних, лляних, вовняних, шовкових, зі штучних і синтетичних волокон. Органічними барвниками забарвлюють шкіру, хутро, папір, дерево, різні види пластмас, гуму, харчові продукти тощо. Органічні барвники застосовуються для виготовлення лакофарбових матеріалів, художніх фарб, кольорових олівців, чорнила і друкарських фарб. При цьому потрібно врахувати, що для фарбування різних матеріалів необхідні різні за хімічними властивостями барвники [1].

За певними оцінками припускається, що втрата барвників в ході їх виробництва становить близько 1-2%, а для активних барвників – 4% від обсягу виготовлених [1]. Ймовірно, дані втрати є наслідком розчинення барвників у воді, що використовувалась для їх синтезу, питома витрата за якою на деяких підприємствах сягає в середньому 225 м³ води на виробництво 1 т барвника. В текстильній же промисловості питома витрата води досягає 400 м³ на тонну виготовленої продукції, відповідно, об'єм стічних вод зростає до 50...400 м³. В залежності від класу барвника, виду текстильного матеріалу, що підлягає фарбуванню, до стічних вод переходить від 5 до 50% вихідної кількості барвника [2].

Тому і не дивно, що при скиданні відпрацьованих вод до водойм без предочищення концентрація даних поллютантів значно перевищує гранично допустимі норми (0,05-0,25 мг/дм³) [3].

Хоча очищення промислових стічних вод відбувається на локальних або централізованих очисних спорудах, вони не можуть впоратись із задачею очищення води від даного виду по-

лютантів, оскільки барвники характеризуються складною хімічною будовою і тому не підлягають біохімічній деструкції у водних системах.

У зв'язку з цим пошук шляхів ефективного вилучення барвників зі стічної води є наразі актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки СВ, забруднені синтетичними барвниками, не можуть бути ефективно освітлені на міських очисних спорудах біохімічного очищення, було розроблено велику різноманітність методів для очищення стічних вод від барвників, що передбачають їх вилучення чи деструкцію, і відрізняються між собою за ефективністю, економічністю та екологічністю.

Виділяють три категорії найбільш широко розповсюджених методів вилучення барвників із водної фази: хімічні (коагуляція, окисні: озонування, фотохімічні реакції; електрохімічна деструкція; електрохімічна коагуляція), фізичні (адсорбція, мембранне розділення, іонний обмін, радіаційне опромінення) і біологічне очищення [1].

Проте недосконалість існуючих технологій зумовлює необхідність пошуку альтернативних методів, які б забезпечували не лише необхідний ступінь вилучення барвника, а і його концентрування з можливістю подальшої регенерації цінних компонентів системи. При такому підході одним з перспективних методів очищення стічних вод від барвників є метод флотоекстракції.

Флотоекстракція – технологія, що вперше була представлена як удосконалений метод іонної флотації, який виключає можливість піноутворення. Даний метод забезпечує одночасне розділення і концентрування і є ефективним при очищенні стічних вод від органічних та неорганічних поллютантів [4-11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. У літературі відсутні систематичні дослідження умов проведення флотоекстракції як при очищенні стічних вод від органічних сполук, у тому числі й барвників. Такі параметри процесу як кислотність середовища,

кількість реагентів, вибір екстрагенту, тривалість перемішування й флотації, визначаються властивостями барвника, і повинні бути вивчені для кожного окремого випадку. Незважаючи на минулі напрацювання вчених при вивченні даної технології, і досі залишається чимало нерозглянутих аспектів, що стосуються флотоекстракційного вилучення барвників, тому є доцільним подальше дослідження даної тематики.

Мета статті. Метою даної роботи є дослідження закономірностей утворення сублату в процесі флотоекстракції барвника аніонного типу на прикладі активного яскраво-червоного та визначення оптимальних умов проведення процесу.

Виклад основного матеріалу. Визначення ефективності видалення барвника вивчали в залежності від: типу органічного розчинника, вихідної концентрації барвника, молярного співвідношення ПАР:Барвник, рН вихідного розчину. В якості ПАР експериментально було обрано гексадецилпіридиний бромід. ПАР разом з барвником утворює гідрофобний комплекс, який взаємодіє з бульбашками газу (азоту) і підіймається до границі розподілу фаз «вода-органічна сполука» і поглинається органічною фазою. Процес флотоекстракції проводився у циліндричній скляній колонці діаметром 35 мм, дном якої служив фільтр Шота. Через пористу перегородку подавався газ (азот) під тиском з балону. Витрати азоту контролювалися ротаметром. Вихідна концентрація барвника 10-100 мг/дм³. Витрата газу 40 см³/хв. Об'єм модельного розчину 200 см³, об'єм органічної фази 5 см³. Процес флотоекстракції відбувався до встановлення постійної залишкової концентрації барвника, яку визначали фотометричним методом. Мірою ефективності процесу флотоекстракції слугував показник ступеня вилучення барвника X , %.

Дослідження залежності ступеня видалення барвника від тривалості флотоекстрагування. Досліди проводили в інтервалі від 5 хв. до 25 хв. (рис. 1). З наведеної залежності видно, що зі збільшенням тривалості процесу збільшується ступінь вилучення барвника. За 20 хв досягається максимальний ступінь вилучення 75,9%.

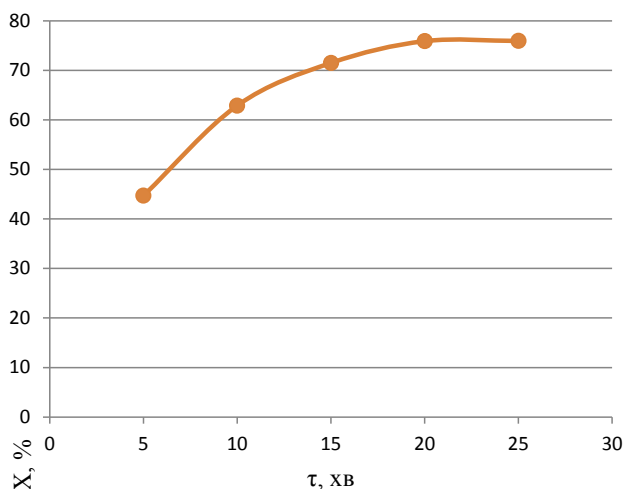


Рис. 1. Залежність ступеня вилучення барвника від тривалості процесу

Дослідження залежності ступеня видалення барвника від молярного співвідношення

ПАР:Барвник. Метою цієї серії експериментів було визначення оптимального співвідношення (ПАР:Барвник), яке для активного яскраво-червоного складає – 1:2.

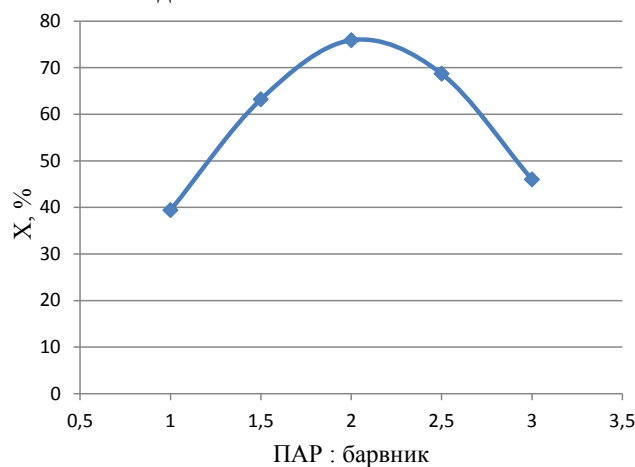


Рис. 2. Залежність ступеня вилучення барвника від співвідношення ПАР: Барвник

Згідно рис. 2 в діапазоні молярних співвідношень ПАР:Барвник від 1 до 2 ступінь вилучення росте. Це можна пояснити зменшенням вільної поверхневої енергії на границі розділу фаз вода – екстрагент при додаванні більшої кількості ПАР. Подальше зростання кількості ПАР в розчині призводить до того, що у водній фазі з'являється надлишкова кількість молекул ПАР, які флотоекстрагуються в органічну фазу, складаючи таким чином конкуренцію сублату, і ступінь вилучення барвника дещо знижується.

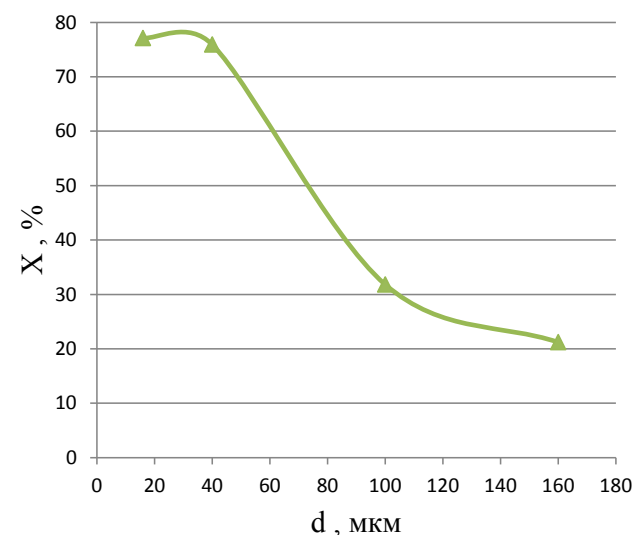


Рис. 3. Залежність ступеня вилучення барвника від розміру пор фільтра Шотта

Вплив розміру бульбашок на ступінь вилучення барвників. Модель та експериментальні результати вказують на те, що радіус бульбашок є ключовим параметром в процесі флотоекстракції. Зі зменшенням радіусу бульбашок, площа поверхні бульбашок збільшується, час перебування бульбашок в колонці з розчином збільшується, що призводить до збільшення константи швидкості процесу. Розмір бульбашок, що використовується на практиці, часто менше 100 мкм. Результати

досліді приведені на графіку (рис. 3), який має яскраво виражений спад при збільшенні розміру пор фільтра Шота. Найвищий ступінь вилучення досягається при діаметрі пор 16 мкм (77,1%)

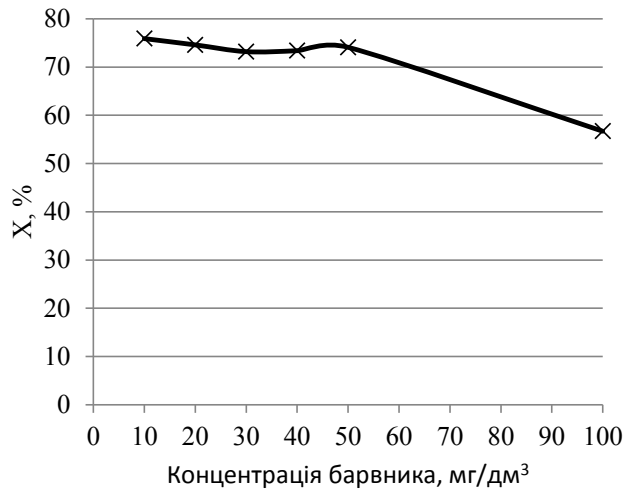


Рис. 4. Залежність ступеня вилучення від концентрації вихідного розчину

Вплив вихідної концентрації на ступінь вилучення барвника. При зменшенні вихідної концентрації ступінь вилучення, зазвичай, зменшується, оскільки чим менша кількість забруднювача, тим важче він видаляється. До-

сліджено закономірності вилучення барвника в інтервалі концентрацій 10-100 мг/дм³. Результати досліді приведені на рис. 4. Вихідна концентрація майже не впливає на перебіг процесу від 10 до 50 мг/дм³. При збільшенні концентрації до 100 мг/дм³ ступінь видалення зменшується.

Висновки і пропозиції. В роботі проаналізовано сучасний стан проблеми забруднення стічних вод барвниками, розглянуто існуючі методи вилучення і деструкції барвників. За рахунок високої ефективності та економічності в якості альтернативної запропонована технологія флотоекстракції, яка дає змогу забезпечити одночасне відділення і концентрування полютанту.

Досліджено основні закономірності процесу флотоекстракційного вилучення з водних розчинів барвників аніонного типу на прикладі активного яскраво-червоного в залежності від часу флотоекстрагування, мольного співвідношення ПАР:Барвник, вихідної концентрації полютанту, розміру пухирців. Встановлено, що процес слід проводити при наступних умовах: поверхнево-активна речовина – гексадецилпіридиній хлорид; екстрагент – ізопентанол в кількості 5 см³ (для колонки діаметру 35 мм та об'єму вихідного розчину 200 см³); рН 3; розмір пор фільтру Шотта – 16 мкм; витрата газу 40 см³/хв.; тривалість процесу – 20 хв.

При оптимальних умовах і вихідній концентрації активного яскраво-червоного 10 мг/дм³ досягались ступені вилучення барвника 76-77%.

Список літератури:

1. Forgacs E. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review / E. Forgacs, T. Cserha, G. Oros // Environment International. – 2004. – № 30. – С. 953-971.
2. Robinson T. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative / T. Robinson, G. McMullan, R. Marchant, R. Nigam // Bioresource Technology. – 2001. – № 77. – С. 247-255.
3. Нестерова Л. А. Эффективность использования оборотных систем водопотребления на текстильных предприятиях / Л. А. Нестерова, Г. С. Сарибеков // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2010. – № 4. – С. 25-28.
4. Bi P. The recent progress of solvent sublation / H. Dong, J. Dong // Journal of Chromatography. – 2010. – V. 1217. – P. 2716-2725.
5. Bi P. Solvent sublation of dyes / P. Bi, H. Dong, N. Wang // Chin. Chem. Lett. – 2007. – V. 18. – P. 1293.
6. Астрелін І. М. Теоретичні засади та практичне застосування флотоекстракції: огляд / І. М. Астрелін, Т. І. Обушенко, Н. М. Толстопалова, О. О. Таргонська // Вода і водоочисні технології. – 2013. – № 3. – С. 3-23.
7. Obushenko T.I. Wastewater Treatment from Toxic Metals by Flotoextraction / T.I. Obushenko, I.M. Astrelin, N. M. Tolstopalova, M. A. Varbanets and T. A. Kondratenko // Journal of Water Chemistry and Technology, 2008. – Vol. 30. – № 4. – P. 241-245.
8. Обушенко Т.І. Флотоекстракційне видалення барвників із стічних вод / Т. І. Обушенко, І. М. Астрелін, Н. М. Толстопалова, В. О. Батюк // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2012. – № 2/14(56). – С. 68-72.
9. Obushenko T. Remediation of anionic dye (Bromphenol blue) from aqueous solutions by solvent sublation / T. Obushenko, N. Tolstopalova, O. Kulesha, I. Astrelin // Наукові вісті НТУУ «КПІ», випуск Проблеми хімії та хімічної технології, 2015. – № 2. – С. 125-133.
10. Обушенко Т.І. Видалення синтетичних барвників зі стічних вод / Т. І. Обушенко, Н. М. Толстопалова, І. М. Астрелін // Science Rise. – 2016. – Т. 5. – № 2(22). – С. 47-53.
11. Obushenko T. Thermodynamic studies bromphenol blue removal from water using solvent sublation / T. Obushenko, N. Tolstopalova, O. Kulesha, I. Astrelin // Chemistry & chemical technology. – 2016. – Vol. 10. – № 4. – С. 515-518.

Галась М.А., Обушенко Т.И., Толстопалова Н.М.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

ФЛОТОЭКСТРАКЦИЯ АНИОННЫХ КРАСИТЕЛЕЙ. АКТИВНЫЙ ЯРКО-КРАСНЫЙ

Аннотация

Представленные в статье результаты являются продолжением исследований по флотоэкстракционному извлечению красителей из модельных водных растворов. Целью работы было изучение основных закономерностей удаления красителя анионного типа активного ярко-красного. Для образования сублата использовали гексадецилпиридиний хлорид. Экстрагент изоамиловый спирт. Экспериментально было исследовано влияние на флотоэкстракцию следующих параметров: мольное соотношение ПАВ:Краситель, pH водной фазы, длительность процесса извлечения. Согласно полученным результатам, самая высокая степень извлечения красителя (76%) получена при pH 3, мольном соотношении ПАВ:Краситель = 2:1.

Ключевые слова: флотоэкстракция, поверхностно-активное вещество, краситель, изоамиловый спирт, сточные воды.

Halas M.A., Obushenko T.I., Tolstopalova N.M.

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

SOLVENT SUBLATION OF ANIONIC DYES. ACTIVE BRIGHT RED

Summary

Presented results are the continuation of researches devoted to solvent sublation of dyes from model aqueous solutions. The objective of work was research of basic regularities connected with removal of anionic dye. The surfactants hexadecylpyridinium chloride were used to form sublate. Isoamyl alcohol was used as an extragent. The effects of the following parameters on the solvent sublation process were experimentally studied: molar ratio of surfactant:dye, pH of aqueous phase, duration of removal process. According to acquired data the highest dye removal ratio (76%) was obtained with pH of 3, molar ratio surfactant:dye = 2:1.

Keywords: solvent sublation, surfactant, dye, isoamyl alcohol, wastewater.