

ЕКОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЧНА КІБЕРНЕТИКА ТА ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 628. 54:664

В. В. Дячок¹
С. І. Гуглич¹
А. О. Мараховська¹

ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВИРОБНИЦТВА ХАРЧОВИХ ОЛІЙ

¹Національний університет «Львівська політехніка»

Представлено результати досліджень структури емульсії, яка утворюється у стічних водах виробництв харчових олій. З'ясовано вид емульгатора, обґрунтовано ефективний метод руйнування емульсій на основі встановленого їх складу. Запропоновано спосіб руйнування емульсії, що забезпечує якісне очищення стічних вод, та не призводить до утворення додаткових забруднювачів.

Ключові слова: стічні води, емульсія, емульгатор, дифузія.

Вступ

Зростання потужностей підприємств виробництва харчової олії на сьогоднішньому етапі розвитку харчової промисловості приводять до утворення величезних кількостей відпрацьованих вод, які формують стічні води виробничого процесу [1]. Основними забруднювальними компонентами цих стічних вод є органічні речовини в основному жирового характеру, які діючи очисні споруди не спроможні очистити до рівня санітарних вимог. Це створює значну екологічну проблему, оскільки викликає забруднення поверхневих вод органічними речовинами. Основним джерелом їх надходження є стоки виробництв харчової олії. Ці забруднювачі стають причиною процесів гниття, цвітіння води, зараження її хвороботворними бактеріями, та, в кінцевому результаті, становить негативний вплив на фауну та флору [3, 4]. Для багатьох підприємств галузі відповідне очищення стічних вод становить серйозну проблему. Запропонований авторами спосіб очищення стічних вод підприємств виробництва харчових олій дає змогу вирішити проблему зменшення забрудненості середовища та може реалізовуватися в широкому діапазоні зміни складу стічних вод.

Метою роботи є створення ефективного способу усунення забруднювальних речовин із стічних вод підприємств виробництва харчових олій. На основі експериментальних результатів досліджень запропонувати ефективну технологію усунення основних забруднювачів.

Результати дослідження

Нейтральні жири, фосфоліпіди, органічні кислоти та інші речовини органічного походження — це основні забруднювачі стічних вод підприємств виробництва харчових олій. Ці забруднювачі є нерозчинними у воді та спричиняють утворення стійких емульсій, які, в свою чергу, сприяють накопиченню значної кількості механічного забруднення у вигляді завислих речовин. Багато з відомих методів очищення є неефективними, а деякі з них спричиняють додаткове забруднення води.

Досліджувана стічна вода представляла собою мікрогетерогенну систему, яку можна кваліфікувати, як емульсію, в якій дисперсна фаза і дисперсне середовище перебувають у рідкому стані. Такі системи можуть довго існувати лише в тому випадку, коли їх утворюють рідини, які не розчиняються одна в одній. У нашому випадку стійкість такої емульсії зумовлюється співвідношенням густини фаз. Густина дисперсійного середовища близька до густини дисперсійної фази, тому така емульсія стійка з точки зору седиментації. Це було підтверджено експериментально. При цьому емульсія тривалий час зберігається не лише в полі дії сил гравітації, при стоянні, але і в полі дії відцентрових сил. Центрифугування при 3000 об/хв, протягом 20 хвилин бажаних результатів на давало, що свідчить про неефективність механічних методів очищення стічних вод з таким властивостями.

В результаті експериментальних досліджень із застосуванням барвника метиленового синього та подальшого мікроскопування було встановлено, що це є емульсії першого виду, оскільки на блакитному тлі спостерігались безбарвні кульки, які необхідно ідентифікувати, як олії. Такі емульсії також називають прямими, а саме: емульсії олії у воді, де діє неполярна або слабко полярна дисперсна фаза в сильно полярному дисперсійному середовищі. Згідно з іншою класифікацією — це є емульсія концентрована, оскільки дисперсна фаза займає більше 0,1 % усього об'єму емульсії [5].

Важливо встановити, які поверхнево-активні речовини в досліджуваній воді можуть виконувати роль емульгаторів. З літературних джерел відомо, що супутніми речовинами харчових олій є фосфоліпіди. Вони формують оболонки жирових вмістилищ на насінинах [6]. Фосфоліпіди, які є складовою частиною всіх клітин, і утворюють *мембрани клітин* (клітинні мембрани печінки складаються на 65 %, у насінні — 0,25...2,0 %) [7] містяться і в олії, а кількість їх в олії змінюється залежно від величини техногенної дії на насіння: чим інтенсивніша технологічна дія на насіння, тим більше фосфоліпідів потрапляє в олію. Чим вищий вміст фосфоліпідів у олій, тим він вищий у стічних водах, а це ускладнює процес очищення стічних вод.

Авторами були проведені хроматографічні дослідження, а саме тонкошарова висхідна хроматографія на пластинках силікагелю «Н» фірми «Мерк» (ФРН) з товщиною шару 0,3 мм. Хроматографію здійснювали в системах: 1-й напрям: хлороформ—метанол — 25 %-й водний розчин аміаку /65–25–2/; 2-й напрям: хлороформ—метанол—оцтова кислота—вода /65–15–10–3/. Проявляли парами йоду в ексикаторі. В складі досліджуваного водно-емульсійного розчину виявлені такі фосфоліпіди: лізофосфатидилхолін, фосфатидилхолін, фосфатидилінозитол, фосфатидилсерин, фосфатидилетаноламін, фосфатидилгліцерол, фосфатидні кислоти, лізофосфатидилетаноламін, міноглікозиддгліцериди, нейтральні ліпіди. Отриманий результат дає підстави стверджувати, що роль емульгаторів в цій системі виконують фосфоліпіди, сполуки дифільної будови, в яких в основі полярної частини є амоній катіон.

В оточенні води молекули фосфоліпідів мають властивість організовуватись таким чином, що гідрофільні «голови» направлені назовні та контактують з водою, а «хвости» направлені всередину та контактують тільки з «хвостами» сусідніх фосфоліпідів. При цьому виникає два типи утворень: *міцели* — невеликі сферичні частинки, «хвости» яких направлені всередину; бімолекулярні шари, де «хвости» розташовані між двома шарами гідрофільних голів. Найімовірніше, що така будова і спричиняє надзвичайну стійкість, що значно утруднює пошук ефективних, а головне безпечних методів очищення стічних вод. Очевидно, що присутність фосфоліпідів, які були визначені шляхом тонкошарової хроматографії, і є причиною утворення стійких емульсій.

Поставлене завдання не обмежується лише дослідження будови дисперсних фаз емульсії, а і пошуком ефективних методів руйнування останніх. Процес руйнування набагато складніший за процес їх утворення. Реалізується він, як правило, за допомогою застосування хімічних або електрохімічних методів. До електрохімічних методів відносять електрофорез, який інколи супроводжується незначним нагріванням. Проте спроба реалізувати такий метод руйнування емульсії не мала успіху.

Хімічні методи передбачають застосування хімічних реагентів, які часто стають додатковими поллютантами, що безперечно не завжди доцільно. В нашому випадку необхідно застосовувати реагенти, які б після завершення хімічної реакції утворювали прості та безпечні сполуки, але щоб їх застосування спричиняло так зване обернення фаз: дисперсна фаза перетворюється в дисперсійне середовище, і навпаки. Таке явище спостерігається при введенні в емульсію речовин, здатних змінювати природу емульсії. Таким чином, процес руйнування емульсії стає складовою частиною процесу очищення стічних вод.

Як показують результати раніше проведених експериментальних досліджень, хімічними речовинами, здатними руйнувати досліджувану емульсію «олія-вода» можуть бути: ізопропіловий спирт, гіпохлорид натрію та сульфатна кислота. Проте, ці реагенти мають низку недоліків, про які сказано раніше, що і стало причиною пошуку авторами інших хімічних реагентів, безпечніших, надійніших та ефективних. Таким реагентом виявився пероксид водню. В кислому середовищі додавання пероксиду водню спричиняло окислення полярної частини молекули фосфоліпідів, руйнування їх поверхневої активності, що в кінцевому результаті привело до руйнування емульсії. В кінцевому результаті спостерігалось утворення двох шарів «вода—олія» та подальше їх розділення. Процесу руйнуванню емульсії сприяло застосування кавітацій, а також ультрафіолетового випромінювання. Оскільки, при кавітаційній дії на воду в ній додатково утворюється пероксид гідрогену, що в свою чергу інтенсифікує процес очищення.

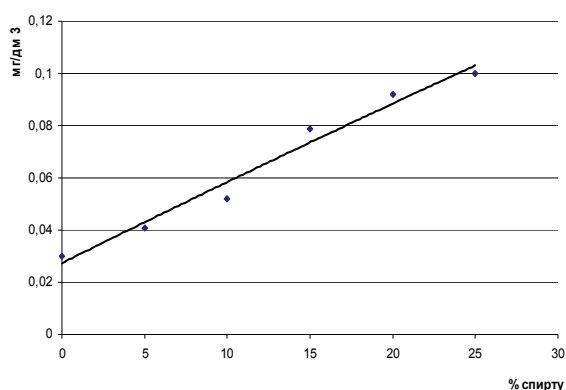
Для нейтралізації системи запропоновано застосувати карбонат кальцію, оскільки продуктом

реакції є вуглекислий газ, який покращував розділення фаз. Крім цього, застосування пероксиду водню спричиняє виділення кисню, який теж покращував розділення.

Після руйнування емульсії для остаточного вилучення забруднювачів із стічної води, на основі ретельного аналізу фізико-хімічних методів очищення, ми дійшли висновку, що найдоцільнішим є рідинна екстракція, як завершальний етап очищення стічної води.

Рідинна екстракція — процес вилучення одного або кількох розчинених речовин з рідкої фази (стічної води) іншою, яка практично не змішується з водою. Розподіл цільового компонента між рідкими фазами визначається умовами рівноваги. Якщо знехтувати можливою взаємною розчинністю фаз, то кожна із фаз буде являти двокомпонентний розчин і умови рівноваги визначаються рівнянням прямої лінії. Вміст забруднювачів, що перейшли у екстрагент, залежить від концентрації ізопропілового спирту у хлороформі, який виступав в ролі екстрагенту.

На рис. показана лінія рівноваги. Оскільки зі збільшенням концентрації ізопропілового спирту спостерігається часткова взаємна розчинність рідких фаз, то кожна з них буде являти собою трикомпонентний розчин. Склади розчинів в подальшому буде вивчено та показано на трикутній діаграмі.



Графічне зображення процесу екстракції:
у — концентрація забруднювальних компонентів в екстракті; x — концентрація ізопропілового спирту у хлороформі

Висновки

Встановлено будову поверхнево-активних речовин, які виконують функцію емульгатора при утворенні стійких емульсій у стічних водах на виробництвах підприємств харчових олій. Запропоновано екологічно безпечний спосіб їх руйнування, що забезпечує належний рівень очищення стічних вод у промислових умовах. Підібрано суміш органічних розчинників, яка може використовуватись в ролі екстрагенту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Saknevych Y. Studying of optimal parameters of exploiting ultrafiltrating systems during waste water treatment / Y. Saknevych, M. Malovanyu, V. Dyachok // Research and application of new technologies in wastewater treatment and municipal solid waste disposal in Ukraine, Sweden and Poland. Stockholm. — 2009. — No. 14. — Pp. 17—24.
2. Ефективне очищення стічних вод / Т. Шматко, Л. А. Чепелевська, Г. І. Баторшина та ін. // Харчова і переробна промисловість. — 1998. — № 6. — С. 27.
3. Рашевська Т. Переробка органічних відходів / Т. Рашевська // Харчова і переробна промисловість. — 1998. — № 5. — С. 20.
4. Созанський С. Двоступеневе очищення стічних вод / С. Созанський // Харчова і переробна промисловість. — 1998. — № 2. — С. 23—24.
5. Фізична та колоїдна хімія : навч. пос. / А. І. Кострицький, О. Ю. Калінков, В. М. Тіщенко, О. М. Берегова. — К. : Центр учбової літератури, 2008. — 496 с.
6. Езау К. Анатомия семян ; пер. с англ. — Т. 1 / К. Езау. — М. : Мир, 1986. — 384 с.
7. Поліщук В. М. Тваринні та рослинні жири як сировина для виробництва біодизеля (узагальнення досвіду) / В. М. Поліщук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : зб. наук. праць. — 2010, Вип. 144. — 125 с.

Рекомендована кафедрою екології та екологічної безпеки ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 15.07.2015

Дячок Василь Володимирович — д-р техн. наук, професор, професор кафедри екології та збалансованого природокористування, e-mail: dyachokvasil@gmail.com;

Гуulich Сергій Іванович — канд. техн. наук, доцент кафедри екології та збалансованого природокористування, e-mail: zvit.reagent@gmail.com;

Мараховська Анастасія Олексівна — аспірант кафедри екології та збалансованого природокористування, e-mail: nastygirl878787@gmail.com.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів

V. V. Dyachok¹
S. I. Huhlych¹
A. O. Marakhovska¹

Cleaning of Effluents of Production of Food Oils

¹National University «Lviv Polytechnics»

The results of research of structure of emulsion that appears in the effluents of productions of food oils have been presented in this article. The type of emulsifier is found out; the effective method of destruction of emulsions is substantiated on the basis of their composition. The method of destruction emulsion, that provides the quality cleaning of effluents, and does not result in formation of additional pollutants, has been offered.

Keywords: effluents, emulsion, emulsifier, diffusion.

Dyachok Vasyl V. — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor the Chair of Environment and Balanced Ecosystem Exploitation, e-mail: dyachokvasil@gmail.com;

Huhlych Serhii I. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Chair of Environment and Balanced Ecosystem Exploitation, e-mail: zvit.reagent@gmail.com;

Marakhovska Anastasiia O. — Post-Graduate Student the Chair of Environment and Balanced Ecosystem Exploitation, e-mail: nastygirl878787@gmail.com

В. В. Дячок¹
С. И. Гуглич¹
А. О. Мараховская¹

Очистка сточных вод производства пищевых масел

¹Национальный университет «Львовская политехника»

Представлены результаты исследований структуры эмульсии, которая образуется в сточных водах производств пищевых масел. Установлен вид эмульгатора, обоснован эффективный метод разрушения эмульсий на основании установленного их состава. Предложен способ разрушения эмульсии, который обеспечивает качественную очистку сточных вод, и не приводит к образованию дополнительных загрязнителей.

Ключевые слова: сточные воды, эмульсия, эмульгаторы, диффузия.

Дячок Василий Владимирович — д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры экологии и сбалансированного природопользования, e-mail: dyachokvasil@gmail.com;

Гуглич Сергей Иванович — канд. техн. наук, доцент кафедры экологии и сбалансированного природопользования, e-mail: zvit.reagent@gmail.com;

Мараховская Анастасия Олеговна — аспирант кафедры экологии и сбалансированного природопользования, e-mail: nastygirl878787@gmail.com