

ПРО МОЖЛИВІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНИХ СОРБЕНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Анотація. Значна кількість сорбентів, що застосовуються у харчовій промисловості, повторно не використовується, що пов'язано із складністю їх регенерації та суттєвими матеріальними затратами. Вони часто зберігають не території підприємства, або ж вивозяться на сміттєзвалища, як правило, несанкціоновано. На сьогодні актуальним є дослідження регенерації та повторного використання сорбентів, що використовуються у харчовому виробництві. Перспективне є використання сорбентів, попередньо використаних на стадії водопідготовки або ж підготовки технологічних розчинів і регенерованих, при очищенні стічних вод, зокрема, на тих самих харчових виробництвах, та в інших галузях промисловості, де стічні води містять органічні речовини.

Проведені дослідження повторного використання відпрацьованої суміші сорбентів, що складається з активованого вугілля і кізельгуру, для очищення стічних вод молокопереробних підприємств. Показано, що сорбція компонентів – забруднювачів підприємств молокопереробної промисловості дешевими сорбентами, до яких відносять регенеровані, належить до найбільш перспективних через їх високу ефективність, низку вартість очищення, можливість подальшої використання відпрацьованих сорбентів у сільському господарстві.

Ключові слова: сорбція, сумішеві сорбенти, органічні поллютанти.

Харчова промисловість – одна з найбільших водоспоживачів. Приготування харчових продуктів і напоїв нерозривно пов'язане із залученням чистої води. Якість води, яка застосовується в харчовій промисловості, підлягає ретельному контролю. Причому кожен з напрямків цієї галузі має функціонувати на основі і галузевих стандартів, і конкретних власних нормативів. Тільки так можна забезпечити необхідний смак, запах, зовнішній вигляд, внутрішній вміст. Актуальні для харчової промисловості технології водопідготовки: відстоювання, коагуляція, флокуляція, флоатційна і біохімічна очистка, знезараження, електродіаліз. Водопідготовка в харчовому виробництві може передбачати кілька стадій. Адсорбцію часто використовують для водопідготовки, зокрема, пом'якшення води. Так у виробництві безалкогольних напоїв для підготовки води використовують фільтри з активованим вугіллем, які можуть зменшити вміст органічних сполук і неорганічних солей у питній воді. У виробництві пива для пом'якшення води використовують її адсорбцію на цеолітах.

Багато харчових добавок синтетичного походження (наприклад, бензоат натрію, лимонна кислота) спричиняють небажане забарвлення, або мутність продукту. Не завжди технологічна схема виробництва дозволяє застосувати кип'ятіння для усунення цього недоліку, адже дуже часто тоді втрачаємо цінність харчового продукту. У цьому випадку найчастіше застосовують адсорбцію на активованому вугіллі.

Сорбційні процеси широко використовують в харчовій промисловості. До якості харчових продуктів та технологічних схем їх виробництва завжди пред'являють особливі вимоги, чітко нормовані відповідними документами. Відповідно сорбційні матеріали, що використовують у виробництві продуктів харчування мають найвищі параметри якості, вміст домішок у них мінімальний, а тому і вартість таких матеріалів вища, у порівнянні з адсорбентами, що використовують в інших галузях.

Особливість технологій харчових виробництв також є те, що технологічною схемою завжди чітко обумовлено не лише вид сорбенту, а й його марка, дисперсність, походження, навіть виробник. Так, сорбенти використовують для освітлення цукрових сиропів, солодових сумішей,

рафінації харчових олій, зниження кислотності та усунення небажаного забарвлення. Варто зазначити, що найчастіше у харчовому виробництві використовують активоване вугілля, а для зниження вартості адсорбційного матеріалу суміш активованого вугілля і іншого, дешевшого сорбенту: кізельгуру, цеоліту та глауконіту.

Серед звичайних методів очищення для досягнення ефективного видалення барвників із промислових стічних вод широко застосовуються процеси адсорбції [1, 4].

Використання традиційного активованого вугілля (АВ) найбільш поширене в адсорбційних процесах, але достатньо дороге. Було проведено багато досліджень, у яких вивчалися адсорбційні властивості недорогих адсорбентів, таких як торф, бентоніт, шлак металургійних заводів, фарфорова глина, відходи переробки кукурудзи, деревна стружка та кремнезем [1]. Однак ці недорогі адсорбенти мають, як правило, низьку адсорбційну здатність і потребують застосування великої кількості адсорбенту для ефективного очищення стічних вод. На сьогодні з метою зменшення витрат АВ найчастіше застосовують його в суміші з глинистими природними чи модифікованими сорбентами, або ж відходами харчової промисловості [2].

Стічні води харчових підприємств належать до висококонцентрованих мікробіологічних забруднень. Технічні рішення, які застосовують сьогодні для їх очищення, малоефективні через низький технічний рівень, або ж витратні і впливають на значне підвищення собівартості продукції.

Стічні води молокопереробних підприємств характеризуються високим вмістом розчинених органічних речовин, що характеризуються величиною ХСК (хімічне споживання кисню) в межах 2000-60000 мг О₂/дм³. Відведення таких стічних вод у каналізаційні мережі заборонене законодавчими актами, а їх накопичення на фільтраційних полях призводить до утворення токсичних речовин.

В даний час для очищення стічних вод широко пропонують адсорбційні методи за допомогою природних та синтетичних сорбентів, що дає можливість їх регенерації та повторного використання. Наявність в нашому регіоні природних пористих матеріалів, які мають фільтрувальні властивості та здатні адсорбувати поверхнею пор завислі і розчинені у воді компоненти, створює можливість їх ефективного використання для очищення стічних вод молокопереробних підприємств, що підтверджує актуальність окремих досліджень [5]. При цьому використання активованого вугілля вважається найбільш ефективним для видалення органічних речовин із стічних вод, однак через високу вартість такого адсорбенту, його використання для очищення стоків обмежене.

Значна кількість сорбентів, що застосовуються у харчовій промисловості, повторно не використовується, що пов'язано із складністю їх регенерації та суттєвими матеріальними затратами. Також повторне використання відпрацьованих сорбентів передбачає їх біологічне очищення, що зумовлене специфікою адсорбованих речовин. Тому їх часто зберігають не території підприємства, або ж вивозяться на сміттєзвалища, як правило, несанкціоновано. Більш перспективне є використання таких сорбентів при очищенні стічних вод, зокрема, на тих самих харчових виробництвах, та в інших галузях промисловості, де стічні води містять органічні речовини.

Мета роботи полягає у дослідженні можливості повторного використання відпрацьованої суміші сорбентів для очищення стічних вод молокопереробних підприємств.

Регенерацію відпрацьованого сумішевого сорбенту, що складався із активованого вугілля (БАУ-А) і кізельгуру (К) марки Бекогур 200 в масовому співвідношенні 1 : 3, здійснювали наступним чином:

На першій стадії регенерацію сумішевого сорбенту проводили в гідродинамічному режимі при масовому співвідношенні (сорбент): Н₂О = 1 : 4, температурі процесу 50–60°С протягом 45–60 хв.

Сумішевий сорбент постадійно кип'ятили в 1 % розчині NaOH протягом 45–60 хв і 4 % розчині HCl протягом 45–60 хв з наступним фільтруванням, промиванням дистильованою водою до рН = 7 та висушуванням [3].

Ефективність регенерації визначали за здатністю відпрацьованого сорбенту поглинати основні політанти стічних вод молокопереробних підприємств.

Основними забруднюючими компонентами стічних вод є:

- молочна кислота (α-оксіпропіонова кислота);
- молочні білки (переважно водорозчинні, альбуміни);

- меляса;
- сироватка;
- жири;
- лактоза;
- синтетичні органічні речовини, що спричиняють забарвлення стічних вод (бензоат натрію, солі лимонної, яблучної кислот та ін.);
- фосфорні сполуки.

Для дослідження використали модельні розчини, що містять молочну кислоту, концентрацією $0,002 \text{ мг/дм}^3$, і аланін (модельовання вмісту водорозчинних білків) концентрацією аналогічної концентрації. Досліджено процес сорбції оксіпропіонової кислоти і аланіну регенованим сумішевим сорбентом (варіант 2), сумішевим сорбентом, що складався із активованого вугілля (БАУ-А) і кізельгуру (К) марки Бекогур 200 (варіант 1). Дослідження процесу сорбції α -оксіпропіонової кислоти і аланіну сумішевим сорбентом в динамічних умовах проводились в апараті колонного типу. Робота проводиться на установці (рис. 2), яка працює за наступною схемою: модельний розчин поступає з ділильної лійки 1 у адсорбційну колонку з цеолітовою засипкою 2. Сорбент насипається на решітку 3 яка вкрита фільтрувальним папером низької щільності (чорна стрічка). Швидкість фільтрування регулюється краном 4 на ділильній лійці 1, а кран колонного апарату повинен бути відкритий повністю. Фільтрат через встановлені інтервали часу збирали у ємності 5 і аналізували. Мінімальна висота шару сорбенту становила не менше 7 см [4].

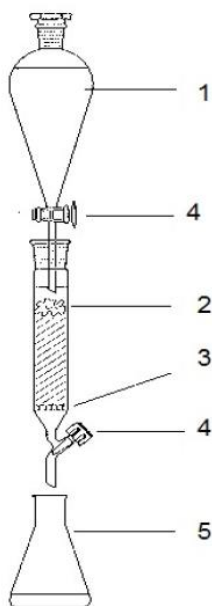


Figure 1. Схема експериментальної установки:

- 1- ділильна воронка з елюентом;
- 2 – сумішевий сорбент;
- 3 – решітка;
- 4 – кран;
- 5 – приймач для збору фракцій

Визначення вмісту молочної кислоти проводили методом потенціометричного титрування, а вміст амінокислоти визначали фотоколориметричним методом, що базується на здатності пептидних зв'язків ($-\text{CO}-\text{NH}-$), карбоксильних та аміногруп утворювати з сульфатом міді в лужному середовищі забарвлені комплексні сполуки. Розчини амінокислот і білків дають синьо-фіолетове забарвлення [5].

Криві сорбції молочної кислоти сумішевим сорбентом показано на рис. 2. З приведених даних видно, що умовах даного гідродинамічного режиму процесу адсорбції α -оксіпропіонової кислоти на обраному сорбенті має місце змішано-дифузійний механізм адсорбції. Вихід на плато спостерігаємо в часовому просторі 100-150с. При цьому ефективність відпрацьованого і регенованого сорбенту практично не відрізняється від свіжої суміші активованого вугілля кізельгуру.

Як свідчать результати дослідження, за варіантом 1 максимальна ступінь очищення дещо вища, становить 98%, однак різниця в ефективності очищення за двома варіантами незначна, становить близько 3%, що є в межах похибки експерименту. Максимальну ступінь очищення за двома варіантами досягають в одному часовому інтервалі - за 200 с.

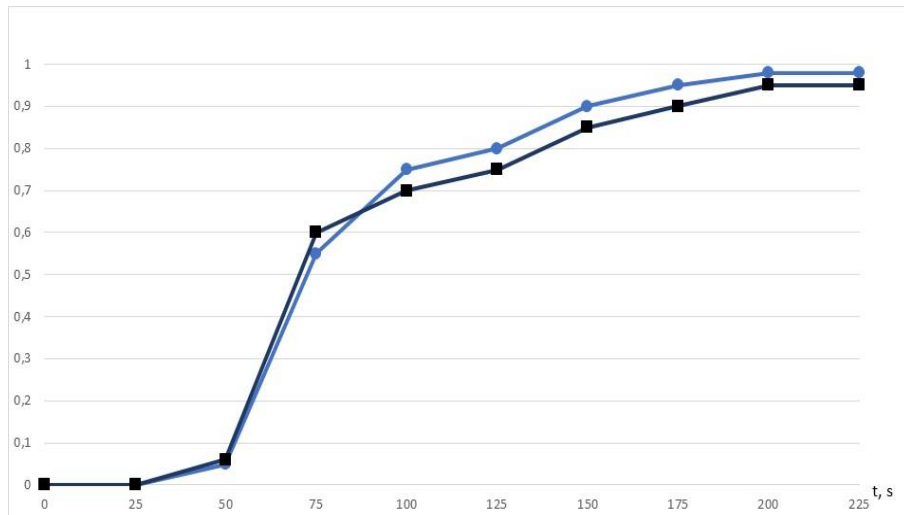


Рисунок 1. Криві сорбції α -оксіпропіонової кислоти в залежності від сорбенту:
 ● – свіжа суміш активованого вугілля і кізельгуру (варіант 1)
 ■ – відпрацьована і регенована суміш активованого вугілля і кізельгуру (варіант 2)

Експериментальні дані щодо кінетики адсорбції аланіну наведено на рис. 3. Вихід на плато при $\tau > 15$ хв сорбції вказує на перехід адсорбційного процесу у внутрішньо дифузійну область та у стан рівноваги. При цьому спостерігаємо дещо вищу ефективність сорбції при використанні свіжої суміші активованого вугілля і кізельгуру, однак різниця в ефективності очищення за двома варіантами незначна (99% за варіантом 1 і 96% за варіантом 2), становить 3%, що є в межах похибки експерименту. Максимальна ступінь очищення досягається в однакових часових інтервалах за двома варіантами, вона наступає через 175 с.

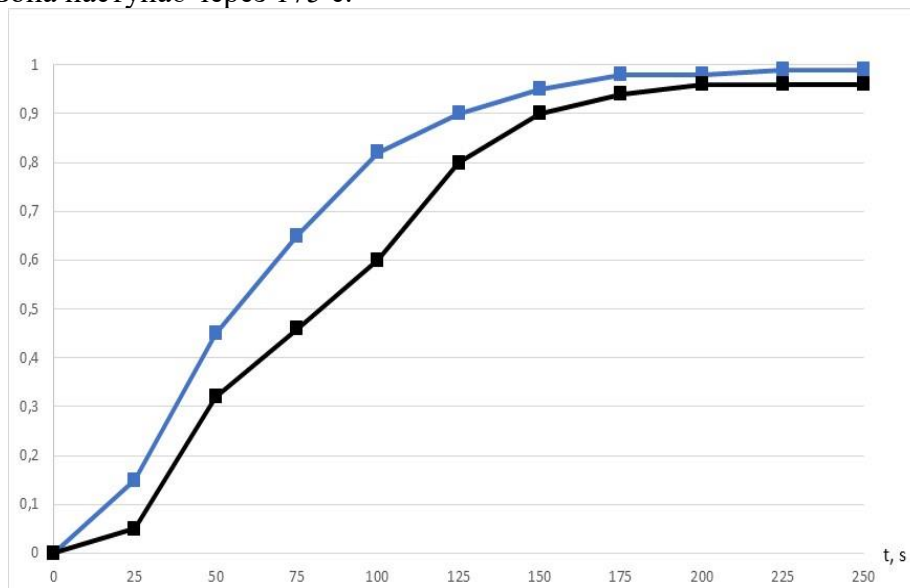


Рисунок 2. Криві сорбції аланіну в залежності від сорбенту:
 ● – свіжа суміш активованого вугілля і кізельгуру (варіант 1)
 ■ – відпрацьована і регенована суміш активованого вугілля і кізельгуру (варіант 2)

Таким чином, можемо стверджувати, що хімічна регенерація відпрацьованої суміші сорбентів, що містить кізельгур і активоване вугілля дозволяє використовувати відпрацьовані матеріали на стадії очищення стічних вод харчових виробництв і забезпечує необхідну вилучення поллютантів органічного походження.

Список використаних джерел

1. Сабадаш В.В., Гивлюд А.М., Гумницький Я.М. (2016). Дослідження внутрішньодифузійної кінетики сорбції α -оксіпропіонової кислоти цеолітом. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*. №2 (125). 9-14.

2. Christina Soloviy, Myroslav Malovanyy, Olga Palamarchuk, Iryna Trach, Halyna Petruk, Halyna Sakalova, Tamara Vasylynych, Nataliya Vronska. (2021). Adsorption method of purification of stocks from chromium (III) ions by bentonite clays. *Journal of water and land development*. 48 (I–III). 99–104.
3. Ranskiy A. P., Khudoyarova O. S., Gordienko O. A., Titov T. S., Kryklyvyi R. D. (2019). Re-generation of Sorbents Mixture After the Purification of Recycled Water in Production of Soft Drinks. *J. Water Chem. Technol.* 5. 318–321.
4. V. Sabadash, J. Gumnitski, A. Hywluyd (2016). Mechanism of phosphates sorption by zeolites depending on degree of their substitution for potassium ions. *Chemistry & Chemical Technology*. V. 10. №2. P.235-240.
5. A. Malovanyy, E. Plaza, J. Trela, M. Malovanyy (2014). Combination of ion exchange and partial nitritation/Anammox process for ammonium removal from mainstream municipal wastewater, *Water Science & Technology*. 70(1) 144 – 151.

УДК 620.92

Кончиць О.В., студентка 3-го курсу
Спеціальності “072 Фінанси, банківська справа
та страхування” Дніпровський державний
аграрно-економічний університет
м. Дніпро, Україна

СОЦІАЛЬНО-ЕКОНОМІЧНІ ПЕРЕВАГИ ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БІОГАЗУ

Анотація. У даній конференційній статті проаналізовано соціально-економічні переваги використання технології біогазу як відновлювального джерела енергії. Розглянуто позитивний вплив біогазу на екологічний стан навколишнього середовища, розвиток сільського господарства та підвищення рівня життя людей у сільській місцевості. Крім того, висвітлено важливість забезпечення симбіозу наукових, інноваційних та фінансових ресурсів для успішного впровадження біогазових технологій у практику. Дана конференційна стаття може бути корисною для фахівців з сфери енергетики, екології та розвитку сільських територій

Ключові слова: технології, біогаз, соціально-економічний розвиток

У світі постійно зростає попит на енергію та її джерела. Однак, з кожним роком все більше усвідомлюється, що використання традиційних джерел енергії негативно впливає на довкілля та здоров'я людей. Тому, розвиток технологій альтернативної енергетики стає все більш актуальним питанням.

Одним із перспективних напрямків розвитку альтернативної енергетики є використання біогазу. Біогаз - це газ, який утворюється при переробці органічної сировини в спеціальних умовах. Він міститься в природі та може бути використаний для виробництва тепла, електроенергії, а також як паливо для транспорту.

Впровадження технології біогазу має безліч переваг, серед яких можна виділити наступні: [1]
Зниження залежності від імпорту енергії та зниження витрат на її закупівлю.

Покращення екологічної ситуації. Використання біогазу не викидає в атмосферу шкідливі викиди, що позитивно впливає на здоров'я людей та довкілля.

Збільшення прибутку та зниження витрат для аграрних підприємств. Переробка органічної сировини в біогаз дозволяє знизити витрати на зберігання та транспортування такої сировини, а також отримати додатковий дохід від продажу біогазу.

Зменшення кількості відходів та їх переробка. Переробка органічної сировини в біогаз дозволяє зменшити кількість відходів, які можуть бути небезпечними для довкілля та здоров'я людей.