

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА

2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**
Богдан Вікторович - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**
Олег Григорович - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**
Володимир Михайлович – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**
Леонард Леонідович – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
- Гавва**
Олександр Миколайович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**
Ярослав Михайлович – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**
Анатолій Андрійович – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**
Владимир Леонідович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**
Владимир Яковлевич – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**
Павло Семенович – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**
Ярослав Микитович – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Малежик**
Іван Федорович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**
Валерій Михайлович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор
- Паламарчук**
Ігор Павлович – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович – Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Сорока**
Петро Гнатович – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Тасімов**
Юрій Миколайович – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**
Леонід Леонідович – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**
Леонід Михайлович – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор
- Шит**
Михайл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

АДСОРБЦІЙНО-ДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ У СТАТИЧНОМУ ШАРІ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ В СТАЦІОНАРНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ

Сабадаш В.В. канд. техн. наук, доцент Гумницький Я.М. д-р техн. наук, професор
Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

ADSORPTION-DIFFUSION PROCESSES IN THE STATIC LAYER OF DISPERSION MATERIAL IN STATIONARY AND DYNAMIC CONDITIONS

V. V. Sabadash, J. M. Gumnitsky
Lviv National Polytechnic University, Lviv, Ukraine

Анотація: Представлено результати експериментальних досліджень динаміки сорбції та іонообмінного поглинання іонів купруму цеолітом у апараті колонного типу. Було проаналізовано існуючий теоретичний апарат для опису процесів адсорбції. Досліджено механізм процесу адсорбції і розроблено методи для ідентифікації експериментальних даних теоретичним моделям. Експериментально досліджено сорбційну ємність цеоліту щодо іонів купруму в динамічних умовах. Побудовано вихідні криві динаміки адсорбції іонів купруму цеолітом в апараті колонного типу. Встановлено взаємозв'язок ступеня насичення сорбенту від критерію Фур'є. Отримані результати експериментальних досліджень дають змогу визначити коефіцієнти динаміки процесу адсорбції важких металів в апаратах колонного типу. Експериментально досліджено дифузію висококонцентрованих розчинів у шарі інертного зернистого середовища в статичних умовах. Встановлено залежність швидкості процесу від напрямку фронту дифузії та розраховано коефіцієнти дифузії, кінетичні коефіцієнти дифузійного процесу та швидкість фронту дифузії. Відповідно до експериментальних даних крім молекулярної дифузії має місце конвективний масоперенос та фільтрація матеріального потоку крізь шар насадки. Це залежить від концентрації іонів важких металів у вихідному розчині та від напрямку фронту дифузії. Було встановлено, що значення коефіцієнту дифузії іонів купруму по різні напрямки напрямки осі Z відрізняється на п'ять порядків, а при порівнянні коефіцієнтів дифузії компоненти у від'ємному напрямі осі Z (вниз) та у напрямі осі Y на порядок. Проведено узагальнення отриманих результатів дослідження та розрахункових даних.

Abstract: Copper and its compounds are widely used in many industries and there are many potential sources of copper pollution. Various methods have been used to remove heavy metals from wastewater, including: reduction and precipitation, coagulation and flotation, adsorption, ion exchange, membrane technologies and electrolysis. The results of experimental studies of the dynamic of ion exchange adsorption of copper ions by zeolite in the periodic conditions were presented. The existing theoretical apparatus for adsorption processes description was analysed. Adsorption process mechanism was investigated and methods for identification of experimental data to theoretical models were developed. Sorption capacity of zeolite to heavy metals in dynamic conditions was experimentally investigated. Adsorption capacity of adsorbents was set. The breakthrough curves of adsorption dynamics of copper ions by zeolite in the column-type apparatus were built. The interrelation the saturation degree of sorbent to Fourier number was discovered. The results of experimental studies make it possible to determine the adsorption process of heavy metals in the column-type apparatus. The results of experimental studies make it possible to determine the coefficients of dynamic of adsorption process. The migration of high concentration solutions in the soil environment is experimentally investigated. The dependence of speed of process on direction of front of diffusion was established and coefficients of diffusion, kinetic coefficients of diffusive process and speed of front of diffusion, were expected. According to experimental data in addition to molecular diffusion of material flow occurs convective mass transfer and filtration through the layer through the nozzle. It depends on the concentration of heavy metals' ions in the initial solution and the direction of the front diffusion. It was found that the value of diffusion coefficient of copper ions in different directions Z-axis direction differs by five orders of magnitude, and by comparing the diffusion coefficients component in the negative direction of the axis Z (down) and the Y-axis direction in order. Generalization of the obtained results and calculated data were carried out.

Ключові слова: важкі метали, купрум, динаміка адсорбції, коефіцієнт масовіддачі.

Keywords: heavy metals, copper, adsorption dynamic, the mass-transfer coefficient

Постановка проблеми і її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями. Для розробки ефективних методів вилучення забруднень та цінних компонентів з промислових стоків, з метою розробки природоохоронних заходів, необхідно з'ясувати вплив різних факторів, зокрема гідродинаміки потоків на ефективність вилучення цінних компонентів з матеріального потоку [1,2]. Відомо, що протитечійні схеми реалізації масообмінних процесів ефективніші за прямотечійні. Процеси адсорбції включають поглинання компоненту в статичних та динамічних умовах [3]. Вивчення динаміки дозволяє встановити розподіл сорбованого компонента у рідинному середовищі та адсорбенті у просторі та часі. На основі динаміки сорбції визначається час досягнення явища «проскоку» [4]. Це необхідно для забезпечення ефективної роботи обладнання та забезпечення необхідного ступеня вилучення адсорбата з матеріального потоку. На процеси адсорбції в апаратах колонного типу крім сил міжмолекулярної взаємодії, гідродинаміки потоку та термодинамічних параметрів системи впливає дифузія адсорбату через міжфазну поверхню всередину сорбента, природа адсорбента і адсорбата, гравітація, в'язкість, поверхневий натяг та густина розчину [5]. Але для врахування вкладу цих чинників на динаміку адсорбції необхідно з'ясувати характер зміни концентрації у нерухомому шарі сорбента у статичних умовах.

Мета роботи – дослідити динаміку адсорбції іонів купруму в апараті колонного типу з нерухомим шаром сорбента та встановити закономірності розподілу концентрацій катіонів металів в шарі сорбента в залежності від напрямку подачі потоку в апарат та визначення коефіцієнту дифузії компоненту у дисперсній системі тверде тіло-рідина в стаціонарному режимі для оптимізації процесу адсорбції в апаратах колонного типу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

У попередніх дослідженнях було вивчено адсорбційні властивості цеоліту Закарпатського родовища, основу якого складає клиноптилоліт, стосовно ряду сполук, зокрема Cu(II) [6].

З'ясовано, що ізотерма адсорбції має s-подібний вигляд і наліжить до ізотерми II типу. Встановлено, що після утворення мономолекулярного адсорбційного шару адсорбція продовжується і далі. Це приводить до появи димолекулярного шару. [5].

Досліджено динаміку сорбції α -оксіпропіонової кислоти цеолітом в апараті колонного типу. На підставі проведених досліджень та розрахунків математичної моделі побудовано теоретичну залежність концентрації α -оксіпропіонової кислоти у рідкій фазі в залежності від числа Fo. Обґрунтовано параметри адсорбційної колони.

Приведено дані про міграцію компонентів мінеральних добрив та важких металів в ґрунтовому середовищі при постійній концентрації компоненту на поверхні ґрунту [2,3]. Процес дифузії мінеральних добрив при постійній концентрації компоненту на поверхні ґрунту описували системою рівнянь [3]

$$\begin{cases} \frac{\partial C}{\partial \tau} = D\varepsilon \frac{\partial^2 C}{\partial Z^2} \\ C(0, \tau) = C_0 \\ \left(\frac{\partial C}{\partial Z} \right)_{Z \rightarrow 0} = 0 \\ C(Z, 0) = 0 \end{cases}$$

Рішенням даної системи було рівняння:

$$\frac{C}{C_n} = 1 - \operatorname{erf} \left(\frac{Z}{2D\varepsilon\sqrt{\tau}} \right) \quad (1)$$

Проте дослідження проводили за умови низьких початкових концентрацій розчиненого компоненту на поверхні ґрунту. Авторами встановлено, що таких умовах має місце процес молекулярної дифузії компоненту по профілю ґрунту, причому концентрація розчиненої речовини $C = f(\tau, Z)$ не залежить від напрямку дифузії.

Для дослідження механізму проникнення мінеральних речовин у шар сорбента розглядаємо наступну ситуацію. При наявності на поверхні шару сорбента компоненту у відносно великій кількості, особливо за умови малої його розчинності буде спостерігатися поступове його проходження через шар дисперсного матеріалу [2, 3]. При цьому концентрація компоненту на поверхні шару сорбента буде постійною і рівною концентрації насичення, тобто $C_n = C_s$. Але при попаданні в навколишнє середовище добре розчинних речовин необхідно дослідити механізм процесу для прогнозування масштабів дифузії забруднень у ґрунтах

Методика визначення. Адсорбцію компонента в динамічних умовах здійснювали в апараті колонного типу з висотою шару цеоліту 2, 5 та 7 см. Концентрація вихідного розчину становила 0,002 кг/дм³. Визначення концентрації іонів купруму проводили атомно-абсорбційним методом [5] за стандартними методиками.

Для експериментального дослідження розподілу іонів купруму та їх дифузії в статичних умовах у нерухомому шарі дисперсного матеріалу застосовували CuSO_4 . Для виключення впливу на процес іонного обміну та зведення до мінімуму впливу адсорбційних процесів, як наповнювач в колонному апараті застосовували SiO_2 . Для забезпечення постійної концентрації Cu^{2+} на поверхні шару сорбента у вимірювальні комірки вносили по 50 г солі. Таким чином, виходячи з розчинності CuSO_4 420.5 г/л, забезпечувалася постійна концентрація Cu^{2+} на поверхні шару сорбента. Для визначення концентрації Cu^{2+} відбирали проби з шару сорбента на віддалі $Z = 0, 5, 10, 15$ та 20 см від поверхні шару дисперсного матеріалу. Розподіл речовини відбувається у нерухомому шарі інертного матеріалу з пористістю $\varepsilon = 0,4$ а) від поверхні вимірювальної комірки в об'єм середовища у від'ємному напрямку осі Z ; б) вздовж горизонтальної площини комірки, тобто в напрямі осі X ; в) з дна комірки до поверхні, тобто в додатному напрямі осі Z . Пори середовища були заповнені водою.

Експериментальні дослідження динаміки адсорбції іонів Cu^{2+} в апараті колонного типу з нерухомим шаром сорбента. Дослідження процесу сорбції іонів купруму природним цеолітом в динамічних умовах проводились в апараті колонного типу. Розчин подавався зверху колонки, проходив через шар адсорбенту різної висоти та збирався у приймачі очищеної води. Проводились заміри об'єму рідини у часі та з певної порції рідини відбирались проби на визначення концентрації іонів купруму. З експериментальних даних видно, що умовах даного гідродинамічного режиму процесу адсорбції іонів купруму на цеоліті має місце змішано-дифузійний механізм адсорбції. При недостатній висоті шару сорбента навіть за умови витрати розчину 3 мл/хв спостерігається проскок незначних кількостей забрудника вже з перших хвилин експерименту. Тому мінімальна висота шару сорбента повинна становити не менше 5 см. за початкової концентрації іонів купруму $0,015 \text{ кг/м}^3$ побудована початкова крива адсорбції іонів купруму в динамічних умовах, що адсорбуються на фільтрувальному матеріалі з адсорбентом при $Z = 2, 5$ та 7 см (рис. 1).

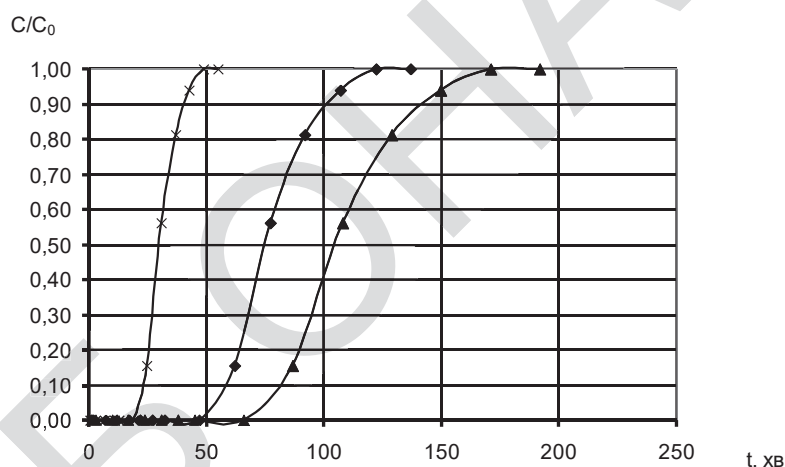


Рис. 1. Вихідна крива сорбції іонів купруму для різних висот шару сорбенту: x - 2 см; ♦ - 5 см; ▲ - 7 см

Математичний аналіз динаміки адсорбції базується на системі диференціальних рівнянь, розв'язок яких можливий лише за значних спрощень [3].

Для математичного вираження залежності між концентрацією іонів купруму та часом сорбції за певної швидкості пропускання розчину через колонку нами використано модель Томаса (2), яка є найбільш простою і зручною. Рівняння вихідної кривої для шару малої висоти описується наступним виразом:

$$\frac{C}{C_0} = 1 - ae^{-\lambda Fo} \quad (2)$$

де λ - константа моделі, $1/c$;

a - коефіцієнт пропорційності;

$Fo = D^*t/R^2$ - критерій Фур'є ;

D^* - коефіцієнт внутрішньої дифузії іонів важких металів у зерні адсорбенту, $\text{м}^2/\text{с}$;

R - радіус зерна адсорбенту, м ;

t - час, С.

Значення величин $\frac{C}{C_0}$ для інших довжин шару Z одержується на основі перетворень Лапласа, згідно яких деяка функція N, що відповідає концентрації, змінюється згідно залежності, опублікованій у [3]:

$$\left(\frac{C}{C_0}\right)_n = 1 - \left[\lambda F_0 + \frac{(\lambda F_0)^2}{2!} + \dots + \frac{(\lambda F_0)^{n-1}}{(n-1)!} \right] e^{-\lambda F_0} \quad (3)$$

де n – цілі довжини шару n=2,3 ...

Модель пов'язує концентрацію на виході з колонки зі швидкістю пропускання розчину. У лінійну залежність об'ємна швидкість безпосередньо не входить, вона входить неявним чином у час сорбції, який дорівнює об'єму профільтованого розчину, поділеному на об'ємну швидкість. Модель застосовується для діапазону початкових концентрацій (0,08–0,93)·C₀ і досить коректно описує процес мономолекулярної адсорбції, для якої справедлива ізотерма Ленгмюра та кінетика якої відповідає рівнянню другого порядку. Модель також передбачає, що процес сорбції контролюється масообмінними процесами між твердою та рідкою фазами. Кількість іонів купруму та хрому, яка затримана у колонці, відповідає площі під кривою проскоку у координатах C–t і була розрахована чисельним інтегруванням.

Для визначення коефіцієнтів λ та a прологарифмуємо рівняння (1):

З метою представлення даних графічно, одержимо пряму лінійну залежність:

$$\ln\left(1 - \frac{C}{C_0}\right) = \ln(a) - \lambda F_0 \quad (4)$$

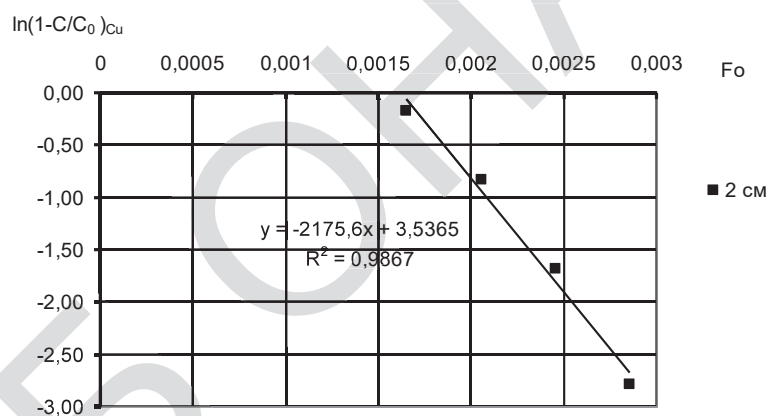


Рис. 2. Вихідна крива сорбції іонів купруму за Z=2 см в лінійних координатах ln(1-C/C₀)-f(F₀)

З графіку визначаємо ln(a) = 3,5365, a=34,34, λ=2175,6.

Рівняння (4) вихідної кривої для шару при адсорбції іонів купруму для висоти Z=2 см матиме вигляд:

$$\frac{C}{C_0} = 1 - 34,34e^{-2175,6F_0} \quad (5)$$

Перехід до інших довжин шару адсорбента може бути виконаний на основі наближеного рішення (3).

Експериментальні дослідження дифузії важких металів у нерухомому шарі дисперсного матеріалу. Аналізуючи дані експериментальних досліджень за допомогою рішення математичної моделі одержано значення коефіцієнту дифузії Cu²⁺ у ґрунтовому середовищі по вертикальному профілю у від'ємному напрямку осі координат Z – D=1,06·10⁻⁶ м²/с (рис 3 а). Це свідчить про міграцію компоненту в ґрунтовому середовищі за механізмом турбулентного масопереносу. Швидкість руху фронту дифузії в даному експерименту становила 2,72·10⁻⁵ м/с Cu²⁺. Розподіл концентрації Cu²⁺ через шар дисперсного матеріалу вздовж горизонтальної площини комірки в напрямі осі Y (рис 3 б). при t=const рис.. проходить також за механізмом турбулентної дифузії, що свідчить про значення коефіцієнту дифузії – D=2,27·10⁻⁷ м²/с. Швидкість руху фронту дифузії в даному експерименті становила 6·10⁻⁶ м/с. Це пояснюється тим, що розчин, який дифундує в порах ґрунтового середовища є суттєво важчий за воду, а ΔZ=5 см і на швидкість

переміщення фронту дифузії має вплив сила гравітації. При $\Delta Z \rightarrow 0$ процес дифузії буде проходити за механізмом молекулярної дифузії, а коефіцієнт дифузії D буде порядку $\cdot 10^{-9}$ м²/с (рис 3 в)[3].

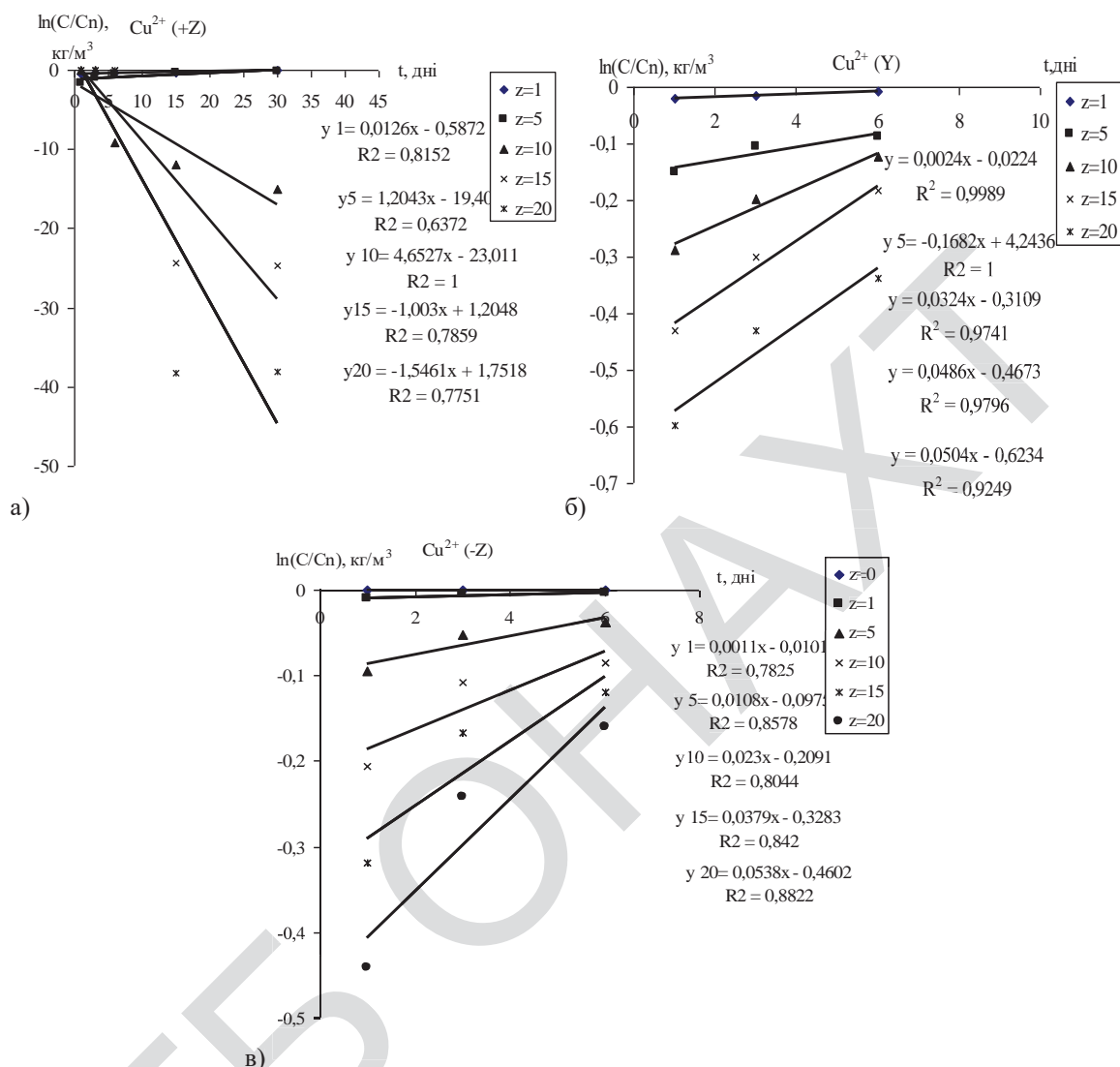


Рис. 3. Експериментальне визначення кінетичного коефіцієнту дифузії Cu^{2+} відносно профілю шару сорбента: а) - у від'ємному напрямку осі координат Z б) вздовж горизонтальної площини комірки в напрямі осі Y в) - у додатному напрямку осі координат Z

Це свідчить про міграцію компоненту в ґрунтовому середовищі за механізмом турбулентного масопереносу. Швидкість руху фронту дифузії в даному експерименту становила $2,72 \cdot 10^{-5}$ м/с Cu^{2+} . Розподіл концентрації Cu^{2+} через шар дисперсного матеріалу вздовж горизонтальної площини комірки в напрямі осі Y (рис 3 б). при $t = \text{const}$ рис.. проходить також за механізмом турбулентної дифузії, що свідчить про значення коефіцієнту дифузії – $D = 2,27 \cdot 10^{-7}$ м²/с. Швидкість руху фронту дифузії в даному експерименті становила $6 \cdot 10^{-6}$ м/с. Це пояснюється тим, що розчин, який дифундує в порах ґрунтового середовища є суттєво важчий за воду, а $\Delta Z = 5$ см і на швидкість переміщення фронту дифузії має вплив сила гравітації. При $\Delta Z \rightarrow 0$ процес дифузії буде проходити за механізмом молекулярної дифузії, а коефіцієнт дифузії D буде порядку $\cdot 10^{-9}$ м²/с (рис 3 в)[3].

Результати дослідження процесу дифузії компоненту вгору по ґрунтовому профілю свідчать про те, що тут має місце молекулярна дифузія розчиненого компоненту в ґрунтовому середовищі, хоча процес сповільнюється також і силою гравітації та гідростатичним тиском рідини в порах ґрунтового середовища. Коефіцієнт дифузії Cu^{2+} у ґрунтовому середовищі по вертикальному профілю у додатному напрямку осі координат Z (рис 4. в) $D = 1,3 \cdot 10^{-11}$ м²/с.

Таблиця 1 – Визначення кінетичного коефіцієнту дифузії Cu^{2+} через шар дисперсного матеріалу

$K=k\omega/Z$	$z=1$	$z=5$	$z=10$	$z=15$	$z=20$
Дифузія в додатному напрямі осі Z	0,1380653	0,0827386	0,2277179	0,1379309	0,1804991
Дифузія у від'ємному напрямі осі Z	0,0088769	0,0664998	0,1221981	0,1791226	0,2458882
Дифузія в додатному напрямі осі Y	0,0041306	0,0392544	0,084295	0,1281034	0,1740219

Порівнюючи експериментальні та теоретичні дані та враховуючи значення достовірності апроксимації $R^2 \approx 1$ можна свідчити про задовільну збіжність результатів.

Висновок. Досліджено динаміку адсорбції іонів купруму цеолітом в апараті колонного типу в залежності від висоти шару сорбента. Побудовано вихідні криві динаміки адсорбції іонів купруму цеолітом в апараті колонного типу. Встановлено взаємозв'язок ступеня насичення сорбенту від критерію Фур'є. Для оцінки впливу способу реалізації процесу проведено дослідження дифузії іонів купруму в нерухомому шарі інертного матеріалу в статичних умовах за умови постійної концентрації досліджуваного компонента. Було встановлено, що значення коефіцієнту дифузії добре розчинного компонента, розраховане за теоретичними задлежностями, по різні напрямки осі Z, тобто у вертикальному напрямі відрізняється на п'ять порядків, а при порівнянні коефіцієнтів дифузії компонента у від'ємному напрямі осі Z (вниз) та у напрямі осі Y на порядок.

Література

- Kuliyeva, T. Z. Natural zeolite — clinoptilolite identification [Текст] / T. Z. Kuliyeva, N. N. Lebedeva, V. I. Orbuh, Ch. A. Sultanov // Fizika. — 2009. — №3. — P. 43–45
- Сабадаш, В.В. Експериментальне визначення кінетичних коефіцієнтів міграції мінеральних речовин за профілем ґрунту/ В.В. Сабадаш, Я.М. Гумницький, Л.О. Венгер // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” Хімія, технологія речовин та їх застосування №667.–2010.– С. 299–303.
- Гумницький Я.М., Сабадаш В.В., Венгер Л.О. Дослідження міграції мінеральних речовин у ґрунтовому середовищі за постійної концентрації / Я.М. Гумницький, В.В. Сабадаш, Л.О. Венгер // Вісник НУ “Львівська політехніка” Хімія, технологія речовин та їх застосування № 644. – 2009 р. – С.192–195.
- Гивлюд А.М. Проблема очищення стічних вод молокопереробних підприємств/ А.М. Гивлюд, В.В. Сабадаш, Я.М. Гумницький // Наукові праці ОНАХТ. – 2016. – Т.80, № 1. – С. 126–131
- Фролов Ю.Г. Курс колоїдної хімії. Поверхневі явища і дисперсні системи. – К.: Вища школа – 1988. – 464 с.
- Сидорчук О. В. Сорбція іонів купруму із водних розчинів природним кліноптилолітом / О. В. Сидорчук, Я. М. Гумницький // Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності. – 2013. – № 7. – С. 235–241

УДК 66.021.3.086:[66.061.3-035.2:615.451.1]

ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НЕЕНЕРГОЄМНИХ КОНЦЕНТРАТІВ ФІТОПРЕПАРАТІВ

**Бурдо А.К., к.т.н., доц., Альхурі Юсеф, аспірант,
Ананійчук Е.Ю., інженер, Велічко В.П., магістрант
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса**

PROCESSES OF MANUFACTURE OF NON-ENERGY CONDENSED PHYTOPREPARATIVE CONCENTRATES

**Burdo A.K., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,
Alhuri Yusef, Postgraduate Student,
Ananiychuk E.Yu., engineer, Velichko V.P., masters
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa**

Анотація. Обговорено перспективи фітопрепаратів, їх концентрати із рослинної сировини. Аналізуються традиційні технології та способи переробки плодів шипшини, пектинових розчинів. Показано, що недоліками відомих технологій є громіздкість обладнання та низька ефективність використання енергії. Зроблено висновок про необхідність удосконалення цих технологій. В першу чергу

КИНЕТИКА КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ГРАНАТОВОГО СОКА В УСТАНОВКЕ БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАНИЯ	101
Стоянова А.М., Драгни Е.И., Терземан Е.Ф.	
РЕКОНСТРУКЦИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ СИСТЕМ С УТИЛИТНЫМИ ПУТЯМИ	
Ульев Л.М., Маатук А.	106
ПРОЕКТ ТЕРМОМОДЕРНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО КОРПУСА ОНАПТ	
Перетяка С. Н., Козинец А. Ю., Бандура Д. А.	111
ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ КОНВЕКТИВНОГО ТЕПЛОНАСОСНОГО СУШІННЯ	
Дабіжа Н.О.	115
РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ КОЖУХОТРУБНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ ДЛЯ ВИСОКОМІНЕРАЛІЗОВАНИХ СЕРЕДОВИЩ	
Чаласєв Д.М., Шматок О.І., Грабова Т.Л., Сильнягіна Н.Б.	121

ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

ПОГЛИНАННЯ ДВООКИСУ ВУГЛЕЦЮ ІЗ СУМІШІ ПОВІТРЯ З ДІОКСИДОМ СУЛЬФУРУ	
Дячок В. В., Гуглич С. І., Катишева В. В., Мандрик С. Т.	126
ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА МОНТМОРИЛОНІТУ, МОДИФІКОВАНОГО ПОЛІОНЕНАМИ	
Суха І.В., Томіло В.І., Белянєвська О.А., Сухий К.М.	131
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОМАСООБМІНУ ПІД ЧАС ВЗАЄМОДІЇ ТВЕРДОГО ТІЛА З РІДКИМ РЕАГЕНТОМ	
Гумницький Я.М., Атаманюк В.М., Симак Д.М., Данилюк О.М.	138
АДСОРБЦІЙНО-ДИФУЗІЙНІ ПРОЦЕСИ У СТАТИЧНОМУ ШАРІ ДИСПЕРСНОГО МАТЕРІАЛУ В СТАЦІОНАРНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ УМОВАХ	
Сабадаш В.В., Гумницький Я.М.	143
ПРОЦЕСИ ВИРОБНИЦТВА НЕЕНЕРГОСМНИХ КОНЦЕНТРАТИВ ФІТОПРЕПАРАТИВ	
Бурдо А.К., Альхурі Юсеф, Ананійчук Е.Ю., Велічко В.П.	148
РОЛЬ НАДЛИШКОВОГО МАРГАНЦЮ В ФОРМУВАННІ ВЛАСТИВОСТЕЙ НАНОСТРУКТУРНОГО КОМПЗИТУ НА ОСНОВІ МАНГАНІТУ І СТАБІЛІЗОВАНОГО ДІОКСИДУ ЦИРКОНІУ	
Акимов Г.Я., Новохацька А.О.	153
ЗАХИСНІ ПОЛІЕТИЛЕНОВІ ТРУБИ ДЛЯ ОПТОВОЛОКОННИХ КАБЕЛІВ ЗВ'ЯЗКУ З АНТИФРИКЦІЙНИМ ВНУТРІШНІМ ШАРОМ	
Гоцький Я. Г., Двойнос Я. Г.	157
ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИЯ ИЗ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ	
Рябик П.В., Опарин С.А., Гриднева Т.В.	161
ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЯДРА ПОДСОЛНЕЧНИКА	
Евлаш В.В., Потапов В.А. Никитин С.В.	164
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ БЛОКА ЛЬДА В УЛЬТРАЗВУКОВОМ ПОЛЕ	
Тришин Ф.А., Трач А.Р., Орловская Ю. В.	168
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССА ДЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ МОРСКОЙ ВОДЫ В АППАРАТАХ БЛОЧНОГО ВЫМОРАЖИВАНИЯ	
Тришин Ф.А., Масельская Я.А.	174
ОЦІНЮВАННЯ БЕЗРЕАГЕНТНОЇ ОБРОБКИ ВОДИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ	
Журавська Н. Е.	179