

распределение наполнителей и повлиять на технологические свойства резиновых смесей. Положительное влияние модификации ИРШ выражается в повышении пластичности резиновых смесей, скорости их вулканизации при сохранении длительного индукционного периода, снижения теплообразования опытных вулканизаторов до уровня не наполненных резин. Максимальное значение показателей пластичности, относительной степени сшивания, скорости вулканизации для эластомерных композиций наблюдается при модификации ИРШ катионоактивной четвертичной аммониевой солью.

Применение КРШ – 600 благодаря уникальному строению, выраженному в равномерном распределении наноразмерных частиц аморфных углерода и диоксида углерода, которые легко диспергируются в матрице каучука, улучшают технологические свойства резиновых смесей и прочностные свойства вулканизаторов. Резиновые смеси на основе КРШ хорошо пластифицируются. Высокое содержание углеводородных фаз в КРШ обеспечивает сокращение расхода пластификатора либо его полную замену.

Оценивая технические, технологические и экологические факторы, продукты на основе измельченной и карбонизированной рисовой шелухи могут рассматриваться в качестве перспективных наполнителей эластомеров.

Литература

1. Пат. 96082 UA, МПК В02С 13/14. Відцентровий млин ударної дії / Сорока П.Г., Опарін С.О. – № а201006351, Заявл. 25.05.2010, Опубл. 26.09.2011, Бюл. № 18.
2. Сорока П.И. Определение технологических параметров процессов измельчения растительных материалов в мельнице ударно-отражательного действия [Текст] / П.И. Сорока [и др.] // Вестник нац. техн. ун-та «ХПИ». – 2010. – №10. – С. 98-102
3. Овчаров В.И. Применение измельченной рисовой шелухи в качестве наполнителей эластомерных композиций [Текст] / В.И. Овчаров, П.И. Сорока и др.// Эластомеры: материалы, технология, оборудование, изделия. (Днепропетровск, ГВУЗ «УГХТУ» 27.09 – 01.10.2010).–Днепропетровск, 2010.–С.123-124.
4. Овчаров В.И. Применение измельченной рисовой шелухи в эластомерных композициях на основе диеновых каучуков [Текст] / В.И. Овчаров, П.И. Сорока и др.// Хімія та сучасні технології: тези допов. V між нар. наук.-техн. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених (Дніпропетровськ, ДВНЗ «УДХТУ» 20 – 23 квітня 2011р.). – Дніпропетровськ, 2011. – С.210.

УДК 66.081.3

ЗОВНІШНЬОДИФУЗІЙНА КІНЕТИКА АДСОРБЦІЇ КУПРУМУ ПРИРОДНИМ ЦЕОЛІТОМ

Гумницький Я.М. д-р техн. наук, професор, Сидорчук О.В. аспірант
Національний університет “Львівська політехніка”, м. Львів

Досліджено кінетику процесу адсорбції розчину купруму природним цеолітом під час механічного перемішування. Визначено коефіцієнт масовіддачі, який характеризує зовнішньодифузійну стадію адсорбції. Подано порівняння експериментального значення коефіцієнта з теоретичним.

The kinetics of the adsorption process of copper solution by natural zeolite during mechanical mixing has been studied. It has been determined the coefficient of mass transfer, which characterizes the external diffusion stage of adsorption. The comparison of experimental value coefficient with the theoretical one has been presented.

Ключові слова: кінетика, адсорбція, купрум, коефіцієнт масовіддачі

Keywords: kinetics, adsorption, copper, coefficient of mass transfer

Постановка проблеми Проблема забруднення довкілля важкими металами вельми час загострювалась і нині набула загрозливих розмірів. У багатьох індустриальних районах світу з'явилися техногенні біогеохімічні зони з аномально високим вмістом важких металів.

Важкі метали широко застосовуються в різноманітних промислових виробництвах та, попри очисні заходи, сполуки важких металів проникають у промислові стічні води. Значна кількість цих сполук потрапляє в воду через атмосферу.

Екологічна небезпека важких металів полягає в тому, що вони активно поглинаються фітопланктоном, а після цього передаються людині по харчовому ланцюгу[1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогоднішній день для очищення виробничих стічних вод усе частіше застосовують природні цеоліти. Використання таких сорбентів зумовлене достатньо високою їхньою ємністю, вибірковістю, катіонообмінними властивостями, порівняно низькою вартістю і доступністю. Зокрема з'ясовано, що природні цеоліти ефективні адсорбенти важких металів [2,3], наприклад, іонів купрум

Купрум є малотоксичний для людини, не має кумулятивних властивостей. Канцерогенні і мутагенні властивості не встановлені. Слабка токсичність купруму пояснюється його проміжним положенням між м'якими і сильними кислотами за характером утворення зв'язків.

Концентрація купруму в навколишньому середовищі може бути лімітуючим фактором розвитку багатьох організмів. Як нестача, так і надмірна кількість цього металу в організмі викликають захворювання у тварин та рослин. Наприклад, відомий факт захворювання домашнього скоту на анемію через нестачу в ґрунті пасовищ з'єднань купруму. Ця ж причина викликає у рослин затримку утворення хлорофілу знижує склад у них вітамінів.

Нестача іонів купруму в організмі здібна блокувати SH-групи білків, а також ферментів, чим порушують їх каталітичну функцію. Солі міді підвищують проникливу здатність мембран, руйнуючи еритроцити; викликають розлад нервової системи, нирок та печінки, знижують імунобіологічну реактивність, подразнюють зуби та слизову оболонку, викликають гастрити, язву шлунка.

У воді токсичність виражена слабше, ніж у інших середовищах, оскільки частина цих іонів зв'язана з нею у вигляді карбонатів і залишається недоступною для гідробіонтів.

У ґрунті з'єднання купруму пригнічують активність нітрофікуючих бактерій, затримуючи мінералізацію азоту, і тим самим знижують врожай сільськогосподарських культур; викликають хлороз у рослин, а також порушується ґрунтова структуроводопроникливість, погіршується водно-повітряний режим.

Існуючі допустимі концентрації шкідливих речовин у воді водних об'єктів, обмежують вміст купруму для водоймищ господарсько-питного водопостачання на рівні $0,1 \text{ г/м}^3$, а для водоймищ рибогосподарського призначення $0,005 \text{ г/м}^3$ [4].

Експериментальна частина та обговорення одержаних результатів. Експерименти щодо встановлення кінетичних закономірностей поглинання іонів Cu^{2+} природним цеолітом проводили в апараті з мішалкою. Для здійснення процесу адсорбції у ємність ($V=1 \text{ дм}^3$) поміщали $0,5 \text{ дм}^3$ досліджуваного розчину з початковою концентрацією іонів $\text{Cu}^{2+} \sim 0,8 \text{ г/дм}^3$ та 30 г клиноптилоліту. Перемішування розчину здійснювали лопатевою мішалкою ($D=0,05 \text{ м}$ $h=0,02 \text{ м}$). Кількість обертів мішалки встановлювалась регулятором ($n=450 \text{ об/хв}$). Обертання мішалки здійснювали електродвигуном, число оборотів визначалось тахометром. Дане число обертів забезпечувало достатній контакт твердих частинок з рідиною.

При температурі $\sim 20 \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ приготований розчин і адсорбент поміщали у ємність, вмикали мішалку, вал якої обертався з фіксованою частотою, що встановлювалась за допомогою регулятора. Через певний час відбирали проби і розчин аналізували на вміст іонів Cu^{2+} . Результати усереднювали трьома відібраними пробами. На основі обчислених даних будували залежності зміни концентрації іонів Cu^{2+} у розчині з часом $C=f(\tau)$, які представлена на рис. 1.

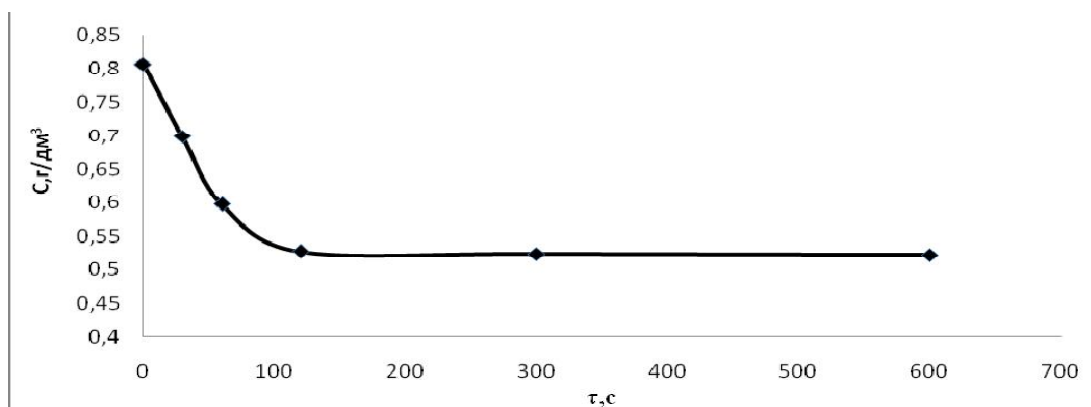


Рис. 1 – Кінетична залежність зміни концентрації іонів Cu^{2+} з часом

На основі загальних закономірностей масообміну в основу теорії адсорбції покладені закони фізико-хімічної і дифузійної взаємодії молекул адсорбтива з молекулами й поверхнею твердих тіл-адсорбентів. Швидкість перенесення речовини, що поглинається, з потоку рідини ядро пористої

структури гранул адсорбента залежить від стадії зовнішньої конвективної дифузії – підведення речовини з потоку до частинок адсорбента; стадії внутрішньої дифузії – переміщення молекул адсорбтиву всередині каналів і пор адсорбенту; стадії адсорбції – процес міжмолекулярної взаємодії адсорбтива з поверхнею адсорбенту [5].

Закономірності масопередачі визначаються властивостями фаз, що беруть участь у процесах. Всередині пор твердої фази діє, як правило, лише механізм молекулярної дифузії. При цьому швидкість перенесення залежить від пористості твердого тіла, геометрії капілярів, співвідношення розмірів капілярів і молекул і характеризується коефіцієнтом масопровідності D_m , пропорційним коефіцієнту молекулярної дифузії.

Першою стадією адсорбційного процесу є зовнішньодифузійне перенесення компоненту з об'єму рідини до поверхні зерен адсорбенту. Лише після його концентрування на поверхні створюється різниця концентрацій зовні зерен та всередині пор і починається внутрішньодифузійний процес. Згідно кінетики масообмінних процесів визначенню підлягає як зовнішньодифузійна, так і внутрішньодифузійна область. У даному повідомленні нами розглядається зовнішньодифузійна область, причому для процесу адсорбції вона є досить складною. Її складність полягає в тому, що трудно визначити концентрацію адсорбтива на поверхні зерна, оскільки вона є змінною, а також поверхня з часом є зайнятою адсорбатом і змінює свою величину, здатну до адсорбції. З метою уникнення цих складнощів нами прийнято визначати коефіцієнт масовіддачі у перший короткий проміжок часу, коли концентрацію адсорбтиву у поверхневому шарі можна прийняти рівною нулю, а також поверхню можна вважати рівною поверхні зерен адсорбенту.

Для визначення коефіцієнта масовіддачі використовуємо рівняння масовіддачі:

$$\Delta M = \beta F (C - C_f) \Delta \tau \quad (1)$$

де β — коефіцієнт масовіддачі, м/с; M — маса речовини, що поглинається, кг; C_f — концентрація розчину на межі поділу фаз, кг/м³; C — фактична концентрація речовини в центрі потоку на даний момент часу, кг/м³; F — зовнішня площа міжфазової поверхні, м²; $\Delta \tau$ — час, с.

Значення знаходимо з балансового рівняння:

$$\Delta M = C_f V_f - C_{30} V_{30} = 0,807 \cdot 0,5 - 0,6989 \cdot 0,47 = 0,075 \cdot 10^{-3} \text{ кг.}$$

Поверхню частинок визначаємо на основі середнього діаметра частинок цеоліту, яке для наших дослідів становило $d_p = 1,88 \cdot 10^{-3}$ м [7].

$$F = N \pi d_p^2 = 0,0416 \text{ м}^2$$

Вибираємо час дослідів $\Delta \tau = 30$ с, під час якого концентрація адсорбтива змінювалась з $C_f = 0,807$ г/дм³ до $C_1 = 0,6989$ г/дм³. У рівняння (1) підставляємо середньоарифметичне значення \bar{C} , так як зміна концентрацій відбувається за лінійним законом. Концентрацію на поверхні C_f приймаємо рівною нулю $C_f = 0$.

Підставляємо експериментальні значення у формулу (1), знаходимо β :

$$\beta = \frac{\Delta M}{F(C - C_f)} = \frac{0,075 \cdot 10^{-3}}{0,0416(0,753 - 0)} = 7,98 \cdot 10^{-5} \text{ м/с} \quad (2)$$

Нами здійснено спробу теоретичного визначення коефіцієнта масовіддачі на основі теорії локальної ізотропічної турбулентності [6], яка з успіхом використовується для визначення β під час розчинення твердих тіл. За цих умов коефіцієнт масовіддачі рівний

$$\beta = 0,267 (\varepsilon_0 \cdot \nu)^{0,25} Sc^{-\frac{3}{4}}, \quad (3)$$

де ε_0 — питома енергія, що подається до рідини під час перемішування, Вт/кг; ν — кінетична в'язкість рідини, м²/с; Sc — число Шмідта.

Для умов дослідів: питома енергія $\varepsilon_0 = 0,237$ Вт/кг, а число $Sc = 1153$

Згідно теоретичної залежності (3) визначена нами величина коефіцієнта масовіддачі буде рівна:

$$\beta = 0,267 (0,237 \cdot 1 \cdot 10^{-6})^{0,25} \cdot (1153)^{-3/4} = 2,99 \cdot 10^{-5} \text{ м/с} \quad (4)$$

Порівняння результату (4) з (2) показує, що β має однаковий порядок, але практично визначене значення є дещо більшим за теоретичне. Це можливо пов'язане з тим, що за даного числа оберті $Re = 7,5$ 1/с не досягається ізотропна турбулентність, тобто не всі частинки рівномірно розподілені по об'єму рідини.

Висновки

Отримано кінетичну криву адсорбції купруму клиноптилолітом, яка була використана для визначення коефіцієнту масовіддачі під час процесу адсорбції. Визначено коефіцієнт масовіддачі на основі локальної ізотропної турбулентності та наведено співставлення експериментальних та теоретичних значень.

Література

1. Архіпова Г. І., Мудрак Т. О., Завертана Д. В. Вплив надлишкового вмісту важких металів у питній воді на організм людини. // Вісник НАУ. - 2010. - №1. - С.232-235.
2. Zeolites and Mesoporous Materials at the Dawn of the 21ST Century: In Book of Proceedings-Stud. Surf. Sci. Catal., Vol.135 / Ed. by A. Galarneau, F.Di Renzo, F. Fajula, J. Vedral. Amsterdam; London; New York; Oxford; Paris; Shannon; Tokyo, 2001.
3. Gomony V., Golub N., Gomony P., Szekeresh K. Preventing from ingress of radionuclides, heavy metals and other dangerous mutagenic factors into human and animal organisms // Book of Proceedings of the International Regional Seminar "Environment Protection: Modern Studies in Ecology and Microbiology". Uzhgorod, 1997. Vol.2. P.90-96.
4. Інженерна геологія. Ч. 1. Навчальний посібник. / І.І. Ваганов, І.В. Маєвська, М.М. Попович. – В.: ВДТУ, 1997. – 101с.
5. Дослідження кінетики адсорбції пектинових речовин шунгітом із соку столового буряка / Т. В. Шейко, Л. М. Мельник, О. С. Марценюк // Харч. пром-сть. - 2011. - № 10/11. - С. 203-207.
6. Брагинский Л. Н., Бегачев В. И., Барабаш В. М. Перемешивания в жидких средах. - Ленинград: Химия, -1984. - 336с.
7. Я. М. Гумницький, О.В. Сидорчук Сорбція іонів купруму на цеоліті різного фракційного складу/ Тез. доп. 2-ий міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування». - Львів, 2012. – с.155

УДК 664.29:661.71

АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ НАСАДОК ПРИ РЕГЕНЕРАЦІЇ ЕТИЛОВОГО СПИРТУ У ВИРОБНИЦТВІ ПЕКТИНУ

Бухкало С.І., канд. техн. наук, проф.,

Зіпунніков М.М., канд. техн. наук, ст. викладач

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Встановлено межі навантажень по пару для сітчастих насадок при регенерації етилового спирту. Досліджено перепад тиску газу на одну теоретичну тарілку для різних видів насадок. Розраховано залежності числа теоретичних тарілок в 1 м насадки від навантаження по газу (F-фактор).

The loading limits by steam for the grid capping at ethyl spirit regeneration were established. The gas pressure drop on one theoretical plate for the different types of capping was investigated. Dependences of theoretical plates number in 1 metre of capping from gas loading (F-factor) were calculated.

Ключові слова: пектин, ламельна насадка, теоретична тарілка, регенерація, перфорований аркуш.

Вступ. Пектин не має обмежень по застосуванню і визнаний як корисний нейтральний харчовий продукт, який не створює енергетичного запасу в організмі [1]. У харчовій промисловості Всесвітньою Організацією Охорони здоров'я пектин визнаний абсолютно безпечним продуктом.

Пектин має широкий спектр при застосуванні: 1) в медицині і фармацевтиці, наприклад, у профілактичних цілях при роботі з отруйними речовинами; при захворюванні органів травлення; при поліартритах; при загоєнні ран і опіків; лікуванні променевої хвороби, цукрового діабету, гемофілії, виразок шлунку, простатиту і профілактиці рака товстої кишки; у якості структуроутворювача в лікарських препаратах фармацевтики та ін. 2) для технічних цілей: наприклад, виробництво D-галактуронової кислоти; у геології використовується в якості пектинового клею при бурованні; в текстильній промисловості при обробці тканин; у ливарному виробництві в якості добавки у формувальні суміші, завдяки чому досягається більш висока точність виливків; у металообробній промисловості при загартуванні деталей; у поліграфії при закріпленні друкованих матеріалів та ін.

Виробництво пектину – динамічно зростаючий бізнес з щорічним приростом на 3–4%, його світовий об'єм випуску складає приблизно 28–30 тис. т на рік. Наприклад, російський ринок пектину, дає йому характеристику, як одному з найбільш затребуваних з харчових інгредієнтів – щорічне зростання потреби у пектині на ринку знаходиться на рівні 17 % [2].

Усе перераховане вище говорить про те, що потреба у пектині загалом велика, особливо на забруднених радіонуклідами землях України – спостерігається стабільне зростання обсягу споживання пектину в країні. Цьому сприяє існуюча в інших країнах індустрія пектину, що дозволяє одержувати всілякі його