

The Preparation of Ferrous Wastes of Sintering, Steelmaking and Rolling Manufactures with Activated Peat Application

**Gogenko O.A., Sydorskyi A.V.,
Tolstun O.I., Gogenko O.O.**

«Research and Production Enterprise «Tehno»» Ltd., Dnepropetrovsk

The basic methods of ferrous wastes preparation for recycling in metallurgical manufactures are analyzed. The technology of sintering, steelmaking and rolling manufactures ferrous wastes preparation with the use of activated peat is developed and introduced. The technology allows to increase technical and economic indexes of iron ore raw materials agglomerating processes during wastes recycling. It also allows to decrease dust emission significantly during raw preparation and increase involved in manufacture ferrous wastes amount.

Key words: ferrous wastes, activated peat.

Received September 29, 2009

УДК 615.012.014

Деякі аспекти екстрагування суміші рослинної сировини

Дячок В.В., Мальований М.С.

Національний університет «Львівська політехніка»

Представлен метод аналітичного расчета размеров частиц растительного сырья различных морфологических органов с целью одновременного достижения равновесия при совместном экстрагировании.

Ключевые слова: экстракция, коэффициент массопереноса, степень экстрагирования.

Наведено метод аналітичного розрахунку розмірів частинок рослинної сировини різних морфологічних органів з метою одночасного досягнення рівноваги за умови сумісного екстрагування.

Ключові слова: екстракція, коефіцієнт масопереносу, ступінь екстрагування.

Полиэкстракты независимо от ихного агрегатного stanu (сухі, густі, рідкі) є однією із форм витяжки біологічно активних речовин із рослинної сировини та мають широке застосування у промисловості.

Є два принципово можливих методи їх одержання: екстрагуванню підлягає окремо кожен вид рослинної сировини, після цього отримані екстракти змішуються в потрібних пропорціях; екстрагуванню підлягає суміш рослинної сировини.

Результати експериментальних досліджень показали, що кінцева кількість проекстрагованих речовин в обох випадках є однакова. Проте у другому випадку відпадає потреба у зберіганні, дозуванні та змішуванні окремих компонен-

тів з метою одержання поліекстракту, а це має важливе значення на виробництві, бо зменшується кількість операцій та разом з тим додаткові енергозатрати. Поряд з перевагами сумісний метод екстрагування має суттєвий недолік, а саме: час досягнення рівноваги для різних морфологічних органів рослинної сировини, яка підлягає екстрагуванню, є різним. Це стає причиною надмірного часу перебування в зоні екстракції цієї рослинної сировини, рівновага якої досягається швидше, що в свою чергу негативно впливає на якість кінцевого продукту екстрагування (поліекстракту). Останній забруднюється баластними речовинами (клітковиною, хлорофілами і т.п.), а процес розділення

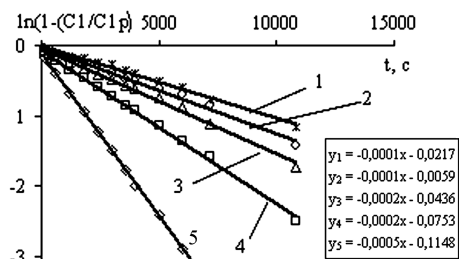


Рис.1. Логарифмічна залежність кінетики екстрагування коренів з кореневищами валер'яни.

твердої та рідкої фаз ускладнюється. Набухла рослинна сировина через тривалу механічну обробку створює значний гідравлічний опір у процесі відокремлення твердої фази від рідкої. Крім цього, надмірний час перебування сировини у зоні екстрагування тягне за собою значні енергетичні затрати, що робить кінцевий продукт екстрагування дорогим та економічно недоступним значним верствам населення.

Вирішення цієї проблеми може бути досягнуто шляхом інтенсифікації процесу масообміну для того виду рослинної сировини, час досягнення рівноваги якої є значно більшим порівняно з іншими видами сировини в суміші за умови сумісного екстрагування. Одним із вагомих факторів інтенсифікації внутрішньодифузійних процесів (а саме за таким механізмом у більшості випадків протікає процес екстрагування рослинної сировини) є розмір частинки твердої фази [1]. Змінюючи розмір частинки твердої фази, ми можемо збільшувати або зменшувати час досягнення рівноваги, що дозволить досягнути одночасного настання рівноваги для різних видів та морфологічних органів рослинної сировини.

Мета роботи — розробити метод аналітичного розрахунку розміру частинок, до якого слід підібрати рослинну сировину різних видів та морфологічних органів з метою одночасного досягнення рівноваги за умови сумісного екстрагування.

Аналітичне рівняння, яке описує процес екстрагування із твердої фази, в різних інтерпретаціях приводиться у [2] та у найбільш загальному виді має вигляд:

$$C_1 = C_{1p} (1 - A e^{-kt}), \quad (1)$$

або в логарифмічних координатах:

$$\ln [1 - (C_1/C_{1p})] = \ln A - kt, \quad (2)$$

де C_1 , C_{1p} — біжуча та рівноважна концентрація біологічно активних речовин у екстракті; A — коефіцієнт, який відображає кількість зруйнованих (відкритих) клітин; k — коефіцієнт масопереносу (Величина k суттєво залежить від

розміру частинки твердої фази, яка підлягає екстрагуванню. З'ясування залежності $k = f(d)$ у рівній мірі, як і $A = f(d)$, дозволить прогнозувати розмір частинки твердої фази d за умови сумісного екстрагування.); $[1 - (C_1/C_{1p})]$ — залишкова кількість біологічно активних речовин у рослинній сировині через проміжок часу t . Умовно назвемо величину (C_1/C_{1p}) ступенем екстрагування та позначимо її S .

Умова досягнення однакового значення ступеня екстрагування у суміші двох та більше видів рослинної сировини запишеться як:

$$S_1 = S_2 = \dots = S_n = S. \quad (3)$$

Тут та надалі індекс «1» відноситься до одного виду сировини, індекс «2» до другого, індекс «n» до n-го виду в суміші рослинної сировини. За умови одночасного досягнення рівноваги має задовольнятися рівність $t_1 = t_2 = \dots = t_n = t$.

Якщо задатися певним ступенем екстрагування, наприклад, $S = 95\%$ та записати рівняння (1) з врахування приведених позначень, для кожного виду суміші отримаємо алгебраїчну систему рівнянь, вирішення якої дозволить розрахувати розмір частинки кожного виду рослинної сировини в суміші за умови сумісного екстрагування:

$$(1 - S) = A_1 \exp(-k_1 t_1);$$

$$(1 - S) = A_2 \exp(-k_2 t_2);$$

$$(1 - S) = A_n \exp(-k_n t_n).$$

У більшості випадків зі зміною розміру частинок рослинної сировини різних морфологічних органів коефіцієнт A також змінюється, і ця залежність, як правило, носить прямолінійний характер [3, 4]. Коефіцієнт масопереносу k , як згадувалось вище, суттєво залежить від розміру частинки твердої фази [3], і ця залежність може мати різний характер [5]. Для технологічних розрахунків закономірності, за якими знаходять значення коефіцієнтів A та коефіцієнтів масопереносу k у залежності від діаметру частинки твердої фази d , для рослинної сировини різних морфологічних органів встановлюють на основі аналізу експериментальних даних.

Для з'ясування аналітичної залежності коефіцієнта масопереносу k та коефіцієнта вимивання A від розміру частинки твердої фази d нами вивчалася кінетика екстрагування окремих видів рослинної сировини, які входять до складу поліекстракта. Як об'єкт дослідження використовувалися шишки хмелю, корені з кореневищами валер'яни та трава звіробію.

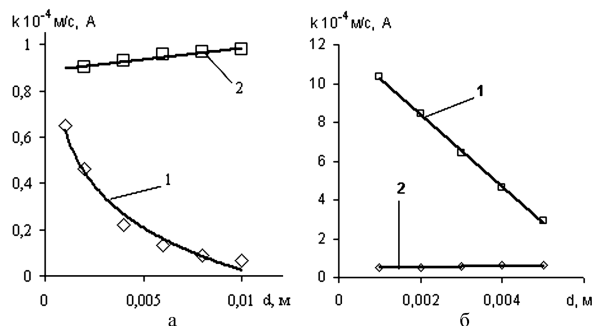


Рис.2. Залежність коефіцієнтів k та A від розміру d у випадку екстрагування коренів з кореневищами валер'яни (а) та трави звіробою (б): 1 – k ; 2 – A .

Сировину подрібнювали на лабораторній траворізці методом різання до розмірів (2, 3, 4, 5)·10⁻³ м у випадку шишок хмелю та трави звіробою та (3, 4, 5, 6, 8, 10)·10⁻³ м у випадку кореня з кореневищами валер'яни. Розмір частинки твердої фази встановлювали ситовим аналізом. Кінетику екстрагування досліджуваної сировини вивчали в апараті з мішалкою за температури 20 °С. Як екстрагент використовували спирт етиловий 40 %-ї концентрації. Співвідношення фаз тверде тіло : рідина становило 1 : 30. Підставивши відповідні експериментальні значення кінетики екстрагування у рівняння (2), в логарифмічних координатах ми отримали серію кінетичних кривих (рис.1), за допомогою яких визначили значення коефіцієнтів масопереносу k та вимивання A . Детальніше порядок визначення величин k та A описано в роботах [1, 3].

Аналіз отриманих значень коефіцієнтів k та A в залежності від діаметру частинки твердої фази d (таблиця, рис.2) дозволяє записати такі аналітичні залежності для шишок хмелю:

$$k = -0,099 d + 8,94 \cdot 10^{-4}; \quad A = 88,0 d + 0,27.$$

Тоді загальне кінетичне рівняння екстрагування подрібнених шишок хмелю запишеться у вигляді:

$$C_1 = 8,4 \{1 - [88,0 d + 0,272] \times \exp [0,099 d - 8,94 \cdot 10^{-4}] t\}. \quad (4)$$

Аналогічним чином опрацьована кінетика екстрагування коренів та кореневищ валер'яни.

Аналіз отриманих значень коефіцієнтів k та A в залежності від діаметра частинки твердої

фази d (рис.2) дозволяє записати такі аналітичні залежності для екстрагування подрібнених коренів з кореневищами валер'яни:

$$k = -0,00026 \ln(d) - 0,0012; \quad A = 10,0 d + 0,88.$$

Кінцеве кінетичне рівняння екстрагування подрібнених коренів з кореневищами валер'яни:

$$C_1 = 5,9 \{1 - [10,0 d + 0,88] \times \exp [-0,00026 \ln(d) - 0,0012] t\}. \quad (5)$$

Аналітичне рівняння для розрахунку коефіцієнта масопереносу у випадку екстрагування трави звіробою в залежності від розміру екстрагованої частинки має вигляд:

$$k = 12,17 \cdot 10^{-4} - 0,187 d,$$

а величина A визначається за такою залежністю: $A = 44,0 d + 0,44$.

Сумарне кінетичне рівняння екстрагування трави звіробою має вигляд:

$$C_1 = 0,37 \{1 - (44,0 d + 0,44) \times \exp [-(12,17 \cdot 10^{-4} - 0,187 d) t]\}. \quad (6)$$

Таким чином, одержуємо систему з трьох трансцендентних алгебраїчних рівнянь:

$$\begin{cases} (1-S) = (44,0d + 0,44) \exp [-(12,17 \cdot 10^{-4} + 0,187d)t] \\ (1-S) = (10,0d + 0,88) \exp [-(2,6 \cdot 10^{-4} \ln(d) - 0,0012)t], \\ (1-S) = (88,0d + 0,27) \exp [-(8,94 \cdot 10^{-4} + 9,9 \cdot 10^{-2}d)t] \end{cases} \quad (7)$$

Вирішення системи рівнянь (7) можливе із застосуванням комп'ютера.

Рішення системи рівнянь числовим методом дозволить визначити розмір, до якого слід подрібнювати рослину сировину різних морфологічних органів з метою одночасного досягнення рівноваги. Для цього задаються певним ступенем екстрагування (наприклад, $S = 95\%$) та діаметром частинки одного із видів сировини (наприклад, корені з кореневищами валер'яни $d = 2 \cdot 10^{-3}$ м), підставляють ці значення у кінетичне рівняння екстрагування коренів та кореневищ валер'яни (друге в системі (7)) та знаходять час досягнення заданого ступеня екстрагування t :

$$t = \frac{\ln(1-0,95) - \ln(10,0d + 0,88)}{-(-2,6 \cdot 10^{-4} \ln(d) - 1,2 \cdot 10^{-3})} = 5906 \text{ с.} \quad (8)$$

Отримане значення $t = 5906$ с підставляють у всі інші рівняння системи (7) за умови досягнення цього ж ступеня екстрагування $S = 95\%$ та, розв'язуючи їх з використанням комп'ютера, знаходять діаметр, до якого слід подрібнювати інші види сировини суміші. Так, для трави звіробою (перше рівняння системи) знайдено

Кінетика екстрагування шишок хмелю

$d \cdot 10^{-3}$, м	$k \cdot 10^{-4}$, м/с	A	Кінетичне рівняння
2,0	7,02	0,44	$C = 8,4 [1 - 0,44 \cdot \exp (-7,02 \cdot 10^{-4}) t]$
3,0	5,93	0,55	$C = 8,4 [1 - 0,55 \cdot \exp (-5,93 \cdot 10^{-4}) t]$
4,0	5,01	0,62	$C = 8,4 [1 - 0,62 \cdot \exp (-5,01 \cdot 10^{-4}) t]$
5,0	4,04	0,71	$C = 8,4 [1 - 0,71 \cdot \exp (-4,04 \cdot 10^{-4}) t]$

значення $d = 2,9 \cdot 10^{-3}$ м, для шишок хмелю (третє рівняння системи) $d = 3 \cdot 10^{-3}$ м.

Отриманий результат підтверджується експериментальними даними кінетики роздільного екстрагування кожного компоненту суміші рослинної сировини. Через 5906 с основна маса екстрактивних речовин у всіх видах сировини перейшла в екстракт.

Таким чином, на основі аналізу кінетики екстрагування трави звіробою, коренів та кореневища валер'яни та шишок хмелю одержано узагальнені кінетичні рівняння екстрагування.

Розраховано діаметр, до якого слід подрібнювати траву звіробою та шишки хмелю, за заданого значення діаметру коренів з кореневищами валер'яни з метою одночасного досягнення рівноваги.

Запропонований метод може бути застосований для розрахунку розмірів частинок твер-

дої фази за умови сумісного екстрагування багатоконпонентних сумішей рослинної сировини.

Список літератури

1. Дячок В.В. Вплив подрібнення на коефіцієнт масопереносу при екстрагуванні рослинної сировини // Фармацевт. журн. — 1998. — № 3. — С. 69–71.
2. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование в системе твердое тело — жидкость. — Л.: Химия, 1974. — 367 с.
3. Дячок В.В., Іванків І.Л., Іванків О.Л. Кінетика екстрагування компонентів із кореня цикорія // Фармацевт. журн. — 1997. — № 1. — С. 93–96.
4. Дячок В.В. Особливості досягнення рівноваги при екстрагуванні з твердих тіл клітинної будови // Вісн. фармації. — 2001. — № 3 (27). — С. 70.
5. Дячок В., Грошовий Т. та ін. Сухий екстракт з хмелю // Харч. пром-сть. — 1999. — № 9. — С. 1–2.

Надійшла до редакції 03.05.09

Certain Aspects of Vegetative Raw Material Mixes Extraction

Dyachok V.V., Malovanyu M.S.

National University «Lvivska Polytechnica»

The method of analytical calculation of vegetative raw material particles sizes of various morphological bodies is submitted with the purpose of simultaneous achievement of joint extraction balance is described.

Key words: extraction, mass transfer coefficient, extraction degree.

Received May 3, 2009

УДК 621.783.2.669

Применение электрофизического воздействия в технологии нагревания стальных заготовок в методических толкательных печах

Курбатов Ю.Л., Новикова Е.В., Подзоров А.И.

Донецкий национальный технический университет

Одним из способов частичного снижения угара в методических толкательных печах для нагрева стальных заготовок под прокатку является электрофизическое воздействие на теплообменные процессы при высокотемпературном окислении стали. Экспериментальные исследования в лабораторных и промышленных условиях показали возможность снижения потерь металла с окалиной на 20–30 %. При этом также снижается расход энергии на нагревание, так как уменьшается теплоизолирующее действие слоя окалины. Предлагаются концепции управления электрофизическим воздействием.

Ключевые слова: методическая толкательная печь, снижение угара, электрофизическое воздействие, стальные заготовки, слой окалины.