

УДК 661.015.23

Я.М. Гумницький, Л.О. Венгер, М.Ф. Юрим
Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра екології та охорони навколишнього середовища

КІНЕТИКА ЕКСТРАГУВАННЯ РОЗЧИННИХ СОЛЕЙ ІЗ ЛІНІЙНИХ КАПІЛЯРІВ ПРИ КИПІННІ ЕКСТРАГЕНТА

© Гумницький Я.М., Венгер Л.О., Юрим М.Ф., 2003

Досліджено кінетику екстрагування розчинних солей із лінійних капілярів. Показано, що кипіння екстрагента під вакуумуванням збільшує швидкість екстрагування вдвічі.

The kinetics of abstraction from a solid phase is studied at vacuum operation of a system. Is rotined, that the boiling under vacuum augments in 2 times.

Постановка проблеми. Процес екстрагування з твердої фази називається вилучення одного чи декількох компонентів зі складної твердої фази розчиненням. Як розчинник застосовується рідина, в якій добре розчиняються компоненти, які ми вилучаємо, і погано — інші складові частини твердого тіла. Процес відбувається повільно, лімітується внутрішньодифузійною стадією, яку характеризує коефіцієнт внутрішньої дифузії D^* . Дослідженню кінетики масообміну у твердій фазі за умов вакуумування до цього часу не приділено уваги, тому постановку цієї задачі вважаємо своєчасною та доцільною.

Пошуки методів інтенсифікації є важливими. Одним із таких методів може бути проведення процесу у вакуумі, при якому всередині капілярів може утворюватися парова фаза, що виходить назовні, звільняючи простір новій рідині.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збільшення швидкості екстрагування спостерігалось на прикладі екстрагування цукрової сировини з цукрової стружки [1]. Разом з тим проведено дослідження по інтенсифікації процесів розчинення твердої фази дозволили математично описати зовнішньодифузійний процес розчинення твердих тіл [2]. Ця проблема розробляється у контексті загального наукового напрямку “Масообмін у системах з твердою фазою”.

Мета роботи. Вивчення екстрагування з одиночного модельного капіляра, що відображає сутність процесу у складному пористому тілі.

При утилізації твердих відходів дуже часто постає задача екстрагування токсичного компонента з інертного середовища. Така ж задача виникає і при екстрагуванні корисного компонента у хімічній промисловості та кольоровій металургії. Попередньо проведені дослідження процесу розчинення при застосуванні як засобу інтенсифікації методу вакуумування з утворенням парової фази показали, що цей метод має ряд переваг. Це стосується, у першу чергу, зростання коефіцієнта масовіддачі [3].

Суть процесу інтенсифікації при екстрагуванні компонента полягає у генерації парової фази при кипінні екстрагента під вакуумом, при якому генерована парова фаза у вигляді бульбашок утворюється як на поверхні твердої фази, так і у капілярах пористого тіла. Розширюючись у капілярах, парова фаза витісняє багату екстрактом рідину в основну масу екстрагента. Місце насиченої екстрактом рідини займає екстрагент із низькою концентрацією цільового компонента, що прискорює вивільнення легкорозчинних солей із

лінійних капілярів твердого тіла. Створюються нестационарні умови масообміну, які характеризуються високими значеннями кінетичних коефіцієнтів для дифузійно-контрольованих процесів [4].

Крім того, кипіння екстрагента під вакуумом забезпечує випаровування значної кількості екстрагента із розчину, а порівняно невисокі температури кипіння за умов реалізації процесу екстрагування під вакуумом дають можливість працювати із компонентами системи, які не витримують високих температур кипіння, наприклад, із лікарськими рослинами при екстрагуванні з них активних компонентів.

Враховуючи вищенаведене та на основі аналізу літературних джерел із досліджуваної тематики, вивчення кінетики процесу екстрагування з пористих твердих частинок, які мають лінійні капіляри, має теоретичне значення для оцінювання повного процесу екстрагування з пористих тіл.

У роботі було проведено експериментальне дослідження кінетики екстрагування легкорозчинних солей, зокрема NaCl із модельних лінійних капілярів на експериментальній установці, яка описана в [4].

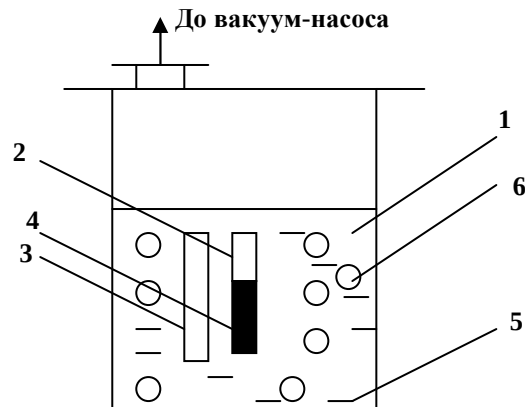


Рис. 1. Експериментальне дослідження процесу екстрагування з лінійного капіляра:

1 — реактор; 2 — капіляр; 3 — мірна лінійка;
4 — сіль; 5 — рідина; 6 — бульбашка пари

Методика проведення експерименту полягала в наступному. Виготовлені із скла лінійні капіляри 2 завдовжки 30 мм і діаметром капіляра 0,8 мм заповнялись зафарбованим порошком NaCl 4 і закріплювались в реакторі експериментальної установки 1 у вертикальному положенні. Реактор заповнювався до певного об'єму екстрагентом 5. У цьому випадку ним слугувала вода. Реактор нагрівався до температури кипіння, після чого вмикався вакуум-насос і в реакторі створювався необхідний вакуум, який відповідав температурі кипіння екстрагента.

При досягненні сталого кипіння екстрагента до нього поміщався капіляр, заповнений зафарбованим порошком NaCl, і одночасно фіксувався час вивільнення капіляра від NaCl. Через певні проміжки часу візуально фіксувались розміри звільненого від NaCl об'єму капіляри у верхній його частині за допомогою мірної лінійки 5. Досліди проводились до повного звільнення капіляра від порошка NaCl.

Для порівняння ефективності запропонованого методу паралельно були проведені дослідження за аналогічних умов, але без вакуумування системи. В обох випадках проведення експериментів, екстрагент перемішувався за допомогою магнітної мішалки при постійній кількості її обертів. Результати експериментальних даних наведені на рис. 2.

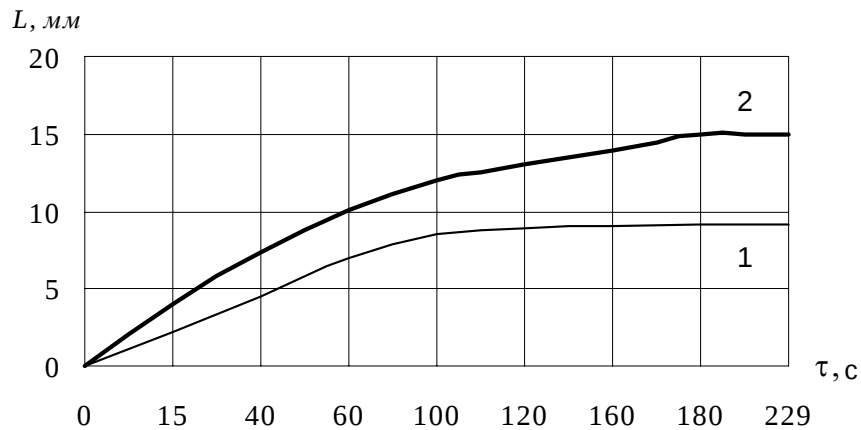


Рис. 2. Порівняльна характеристика ефективності екстрагування легкорозчинних солей із лінійних капілярів:
1 — екстрагування без вакуумування системи;
2 — екстрагування при вакуумуванні системи

Висновки. Результати порівняння ефективності екстрагування легкорозчинних солей із лінійних капілярів при кипінні під вакуумом свідчать про збільшення швидкості вивільнення капілярів від NaCl приблизно удвічі, порівняно з екстрагуванням при звичайних умовах кипіння та перемішуванням екстрагента.

Причиною інтенсифікації є вплив парової фази у вигляді бульбашок на руйнування дифузійного шару в капілярах при вакуумуванні системи, що спостерігалось нами візуально. Проведені дослідження дають можливість використати цей метод для інтенсифікації екстрагування з твердих тіл.

1. Аксельруд Г.А., Лысянский В.М. Экстрагирование (система твердое тело—жидкость). — Л.: Химия, 1974. 2. Майструк І.М. Інтенсифікація процесів розчинення у трифазній системі при вакуумуванні: Автореф. дис. ...канд. техн. наук: 05.17.08 / Нац. ун-т "Львівська політехніка". — Львів, 2000. — 19 с. 3. Гумницький Я.М., Венгер Л.О., Юрим М.Ф. Експериментальне дослідження екстрагування з твердих частинок при вакуумуванні системи // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". — 2002. — № 447. — С. 182—184. 4. Гумницький Я.М., Венгер Л.О., Юрим М.Ф. Оцінка зовнішньодифузійної стадії екстрагування з позиції нестационарності при вакуумуванні системи // Вісн. Нац. ун-ту "Львівська політехніка". — 2001. — № 426. — С. 68—73.