

18. Дослідження зовнішнього масообміну при періодичному віброекстрагуванні з зернової сировини

Вадим Деканський, Антон Гринько, Володимир Зав'ялов
Національний університет харчових технологій

Вступ. Розроблення нової твердофазової екстракційної апаратури, зокрема, віброекстракторів, в основу роботи яких покладено застосування низькочастотних механічних коливань, потребує пошуку нових та вдосконалення вже існуючих способів оцінення ефективності спроектованого апарата.

Для встановлення впливу комбінованої дії низькочастотних та високочастотних механічних коливань на інтенсивність зовнішнього масообміну (руйнування пограничної плівки, оновлення поверхні контакту фаз, згідно з «теоріями» масопередачі) в умовах періодичного віброекстрагування.

Матеріали і методи. Дослідження зовнішнього масообміну при віброекстрагуванні із зернової сировини виконувались з використанням модельних зразків циліндричної форми та визначених розмірів, виготовлених з кристалогідрату сульфату алюмінію $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ із захищеними від розчинення торцями спеціальним покриттям та розміщених у робочому об'ємі апарата [1]. В таких умовах коефіцієнт масовіддачі практично дорівнюватиме коефіцієнту швидкості розчинення

зразка, масу якого до та після розчинення визначали на аналітичних терезах [2]. Концентрацію сухих речовин в екстракті вимірювали рефрактометричним методом.

Результати. У корпусі дослідного віброекстрактора періодичної дії встановлювалась віброперемішувальна система (ВС), що складалась з гнучкого контейнера спеціальної конструкції, закріпленого на ситчастій опорі та з'єданого штоком через верхній перфорований диск з віброприводом. У кінці дніщі апарата вмонтовано високочастотний випромінювач. В умовах запланованого режиму роботи апарата при амплітудах коливань ВС до 20 мм та частотах 4 Гц, в певній координатній точці робочого об'єму розміщувався попередньо зважений модельний зразок. Тривалість розчинення зразка складала 60 с. Досліди проводились в системі вода-подрібнена зернова сировина при її температурі 20 °С та гідромодулі 12:1. Після кожного дослідження екстрагент, сировина та модельний зразок оновлювались, а робочий об'єм апарата ретельно очищався.

За результатами дослідів будувалися графіки залежності $K_c = f(\omega_{\text{эф}})$, де K_c — коефіцієнт розчинення, який визначався за рівнянням [2]:

$$K_c = \frac{V\sqrt{G_0}}{F_0\tau} \cdot \frac{2}{\sqrt{C^*V - G_0}} \left(\arctg \frac{\sqrt{G_0 - \theta/2}}{\sqrt{C^*V - G_0}} - \arctg \frac{\sqrt{G_V + \theta/2}}{\sqrt{C^*V - G_0}} \right),$$

де V – об'єм рідинної суміші в апараті, м³; G_0 – маса модельного зразка до розчинення, кг; $F_0 = 2\pi r(\phi_0)h$ – площа циліндричної поверхні розчинення модельного зразка, м²; $r(\phi_0)$ – радіус зразка до занурення в екстрагент або двофазову суміш, м; τ – тривалість розчинення, с; C^* – рівноважна концентрація сірчаноокислого алюмінію в рідинній суміші (екстрагенті), кг/м³; $\theta/2$ – зміна маси зразка за час його занурення в заплановану координатну точку, починаючи від моменту контакту з екстрагентом та за час виведення зразка з цієї точки, до моменту закінчення контакту з екстрагентом, кг; G_V – маса зразка після розчинення, кг. $\omega_{\text{эф}} = \omega_0 z$ — ефективна швидкість (швидкість пульсуючих потоків біля поверхні зразка), м/с; $\omega_0 = 2AnP/(1-P)$ — початкова, середньоінтегральна за період коливань швидкість пульсуючих потоків, що генеруються ВС, м/с; $z = (1-L/D)^{-m}$ — коефіцієнт затухання коливань на відстані L від верхнього перфорованого диску контейнера, що вібрує.

Встановлено, що вплив високочастотного випромінювання у порівнянні з низькочастотним на зовнішній масообмін не здійснює суттєвого впливу, а проявляється в усуненні лімітуючої стадії внутрішнього масоперенесення під час молекулярної дифузії.

Висновки. Загальний інтенсифікуючий ефект від комбінованої дії високо- та низькочастотних механічних коливань під час вилучення водорозчинних сухих речовин із зернової сировини полягає у збільшенні поверхні між фазовою взаємодії та активізації внутрішнього масоперенесення. Використана методика оцінення зовнішнього масообміну при віброекстрагуванні є вагомим альтернативним традиційним складним аналітичним методом, що мають точність, залежну від якості визначення розмірів частинок, коефіцієнта дифузії тощо.

Література

1. Пат. 103838 України, МПК В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор періодичної дії з комбінованим енергопідведенням/ Зав'ялов В.Л., Деканський В.Є., Попова Н.В., Мисюра Т.Г., Бодров В.С., Запорожець Ю.В. – № а 2012 08141; заявл. 30.07.12; опубл. 25.11.13, Бюл. № 4.
2. Зав'ялов В.Л., Бодров В.С., Мисюра Т.Г., Попова Н.В., Запорожець Ю.В. Математична модель зовнішнього масообміну при віброекстрагуванні. В кн. «Вібрації в техніці та технологіях». – Вінниця, 2011. – №2 (62) – с. 120-125.