

28.ВСТАНОВЛЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ ПУЛЬСУЮЧИХ ПОТОКІВ ПРИ ВІБРОЕКСТРАГУВАННІ

В екстракційних технологіях харчової та хімічної промисловості процеси з використанням коливальних ефектів взаємодіючих фаз мають особливе значення. Їх закономірності не тільки використовуються при створенні інтенсивних гідродинамічних режимів роботи екстракторів традиційних конструкцій, але й мають перспективи створення інноваційних екстракційних технологій. Особливо це стосується віброекстракційної апаратури. Найбільш актуальними проблемами при проектуванні віброекстракторів є описання поля швидкостей в залежності від фізичних властивостей робочого середовища конструктивних та режимних параметрів його роботи, без чого неможливо розв'язання задач, пов'язаних з якістю масообміну та масштабуванням. Поле швидкостей пульсуючих потоків суспензії в масштабі всього апарата, генерованих віброуючими віброперемішувальними і одночасно транспортувальними пристроями внаслідок флуктуацій різної природи має надзвичайно складну структуру і детальний їх опис є громіздким. Внаслідок кінцевої кількості числа транспортувальних елементів, розглядалась модель локального поодинокого пульсуючого турбулентного потоку, що відображає певні основні особливості загальної структури гідродинаміки в апараті.

В залежності від властивостей робочого потоку та інтенсивності коливань транспортувальної тарілки розділення фаз може відбуватися з утворенням та без утворення шару твердої фази на тарілці. Разом з тим в обох випадках потік може розглядатись локальним, оскільки загальна швидкість суспензії обумовлена вібрацією тарілки, перевищує швидкість седиментації твердої фази на тарілці. При цьому, частинки твердої фази, хаотично змінюючи свої просторово-часові координати, безперервно обтікаються екстрагентом зі швидкістю, залежною від їх інерції, збільшуючи свою активну поверхню до 100% і, як наслідок, відбувається зменшення зовнішнього дифузійного опору.

Встановлення локальних швидкостей пульсуючих потоків виконувалось на пілотному віброекстракторі безперервної дії [1] з тарілками (живий переріз $\epsilon = 5,5 \dots 14,2 \%$), що мають гнучкі транспортувальні елементи спеціальної конструкції, при частотах коливань

вібротранспортувальної системи в межах до 10 Гц та амплітуд $(5; 10; 15) \cdot 10^{-3}$ м на воді з температурою 20 °С без та з твердою фазою (модельна сировина — капронова дрібка білого кольору, кутастої форми із еквівалентним діаметром 3 мм та густиною 1110 кг/м³).

За показаннями дифманометра, використовуючи трубку Піто-Прандтля, розраховували середньоінтегральні за період коливань та середні вздовж перерізу пульсуючого струменя швидкості пульсуючих потоків на відстані L від середнього положення тарілки. Результати експериментів узагальнені графіком S -подібної кривої в координатах $\lg(K)$ — $\lg(\text{Re}_n)$, де K — функціональний комплекс, що зв'язує геометричні та режимні параметри роботи вібротранспортувальних пристроїв:

$$K = \text{Ho} \left(\frac{D^2}{d_c H} \right) \left(\frac{2Ap}{d_c \varepsilon} \right)^{0,85},$$

де $\text{Ho} = L_0 \varepsilon / (2Ap)$ — модифікований критерій гомохронності; $\text{Re}_n = 4A^2 f p / (\varepsilon \nu)$ — пульсаційний критерій Рейнольдса; ν — кінематична в'язкість екстрагента; L_0 , d_c , D , H , A , f — відповідно відстань розповсюдження пульсуючого потоку з початковою швидкістю w_0 , діаметр сопла, діаметр та висота гнучкого патрубку, амплітуда та частота коливань вібросистеми; p , ε — відповідно частки неперфорованої частини тарілки та її перфорацій із зазором по периферії в зоні встановлення в апарат. За результатами отримані відповідні рівняння, що уможливають розрахунок локальної середньо інтегральної за період коливань швидкості пульсуючих потоків, за якими розраховуються витратні характеристики апарата при різних режимних параметрах його роботи, а також L_0 , яка може бути взята як масштабний фактор при моделюванні процесу, а також для розрахунку відстані між тарілками при проектуванні.

Отримані залежності коментуються відповідними схемами затопленого пульсуючого струменя напівперіоду коливань при віброекстрагуванні. При рівномірному полі швидкостей у початковому перерізі, границі пограничного шару мають конічні поверхні, що перетинаються у кромки сопла. Зовнішня сторона цієї кромки дотикається до оточуючої рідини. Використовуючи спрощену схему затопленого струменя, приймалась довжина перехідної ділянки та швидкість на границі пограничного шару рівними нулю.

Встановлена афінність закономірностей гідродинаміки стаціонарного затопленого струменя, визначені основні критерії масштабування віброекстракторів (модифікований критерій гомохронності; кількість комірок із зонами ідеального перемішування; час релаксації та тривалість екстрагування; симплекси геометричної подібності транспортувальних елементів; коефіцієнт швидкості протитечійного розділення фаз; функціональна просторова характеристика поширення турбулентного пульсуючого струменя; питома витрата енергії на процес).

Список літератури

1. Пат. 92560 України, МПК В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / Запорожець Ю. В., Зав'ялов В. Л., Ардинський О. В. — № а 2009 06928; заявл. 02.07.09; опубл. 26.10.09, Бюл. № 20.
2. Патент 114809, UA, МПК В01D 11/02 (2006). Вібраційний екстрактор / Мисюра Т. Г., Зав'ялов В. Л., Денисюк В. С., Попова Н. В., Бодров В. С., Запорожець Ю. В. ; заявник Національний університет харчових технологій. — № u201608237 ; заявл. 26.07.2016 ; опубл. 27.03.2017, Бюл. № 6 2017.
3. Патент 90802 UA на винахід, МПК В01D 11/02 (2009) Вібраційний екстрактор / Зав'ялов В. Л., Бодров В. С., Мисюра Т. Г., Попова Н. В. ; заявник Національний університет харчових технологій. — № а 2008 12893 ; заявл. 05.11.2008 ; опубл. 25.05.2010, Бюл. № 10, 2010 р.