

---

## СЕКЦІЯ 2.

### МОДЕЛЮВАННЯ КОМБІНОВАНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕНОСУ. ОПТИМІЗАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ І СИСТЕМ

---

#### ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ПОТОКІВ В УМОВАХ БЕЗПЕРЕРВНОГО ВІБРОЕКСТРАГУВАННЯ

Зав'ялов В.Л., д-р техн. наук, професор,  
Мисюра Т.Г., канд. техн. наук, доцент  
Попова Н.В., канд. техн. наук, доценти  
Запорожець Ю.В., канд. техн. наук, доцент  
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Здійснення процесу безперервного твердофазового екстрагування в умовах віброкиплячого шару має ряд відомих переваг у порівнянні з традиційними способами. Разом з тим, віброекстрактори до цього часу не знайшли широкого промислового застосування внаслідок недостатньої вивченості властивостей структури гідродинамічних потоків та відсутності надійних розрахункових залежностей для їх оцінення, необхідних для проектування таких апаратів. При певному конструктивному виконанні [1, 2] вони мають організовану структуру потоків з обмеженим масштабом поперечної нерівномірності, тому поздовжнє перемішування обумовлюється головним чином поздовжньою турбулентною дифузиею та осьовою циркуляцією дисперсійної фази. При цьому протитечійне розділення фаз здійснюється за рахунок різниці гідравлічних опорів перетоку робочого середовища через транспортувальні відкриті елементи, фільтрувального ефекту та седиментації часток твердої фази на поверхні тарілок. Встановлений по периферії тарілок борт, призначений для утримання твердої фази на їх поверхні, посилює розділювальний ефект фаз та запобігає змиву дрібних фракцій твердої фази під тарілку.

Аналізуючи механізм протитечійного розділення фаз, слід зазначити, що в транспортувальних елементах спеціальної конструкції пульсуючі поодинокі потоки, передаючи енергію робочому середовищу, захоплюють прилеглі до них шари твердої фази. Так робочий потік набуває кінетичної енергії та віддаляючись від віброперемішувального пристрою захоплює в рух оточуючий робочий об'єм, дисипуючи при цьому енергію в поперечному перерізі апарата.

Таким чином, структура потоків на різних ділянках робочої зони, при певному конструктивному виконанні віброперемішувальних пристроїв та заданих режимних параметрах роботи апарата, буде характеризуватися різницею швидкостей та зсувних зусиль. Причому, максимальне зусилля досягатиметься у ділянці прилеглої до віброуючої тарілки. По мірі віддалення від

неї швидкість та зсувні зусилля будуть затухати. Аналогічна дія струмів, генерованих через фільтрувальні елементи верхньої тарілки, активізує частки тимчасово утвореного шару твердої фази під нею.

Такий спосіб підведення енергії в екстракційне середовище (при амплітудах 5—15 мм та частотах коливання до 3 Гц) є передумовою рівномірної дисипації енергії у поперечному перерізі апарата і, як результат, збільшує активну міжфазову поверхню до 100%. При створенні більшої інтенсивності коливань, можуть виникати порушення тимчасово утвореного міжтарілкового шару сировини, що призведе до порушення рівномірного розподілення енергії в поперечному перерізі апарата. Разом з тим, протитечійний рух фаз в реальних умовах не завжди може бути рівноцінним ідеальній схемі потоку внаслідок створення віброперемішувальними пристроями нерівномірного профілю швидкостей окремих потоків в поперечному перерізі апарата — поздовжнім перемішуванням. Як правило, поздовжнє перемішування значно зростає при переході від лабораторних, пілотних апаратів до промислових зразків. Тому такі ефекти повинні знаходитись в зоні постійної уваги в процесі масштабування апаратів. В цьому контексті під час дослідження структури потоків методами математичного моделювання є важливим встановлення параметрів моделей за експериментальними даними. Найчастіше їх розрахунок здійснюється за числовими характеристиками функції розподілення по часу перебування речовини в апараті методами трасування робочого потоку.

В роботі проаналізовано можливість практичного застосування математичних моделей структури гідродинамічних потоків, розроблених на основі традиційних типових: однопараметричної дифузійної, коміркових моделей: із застійними зонами, зворотними, байпасними та циркуляційними потоками та комбінованої моделі.

Дотримуючись при проектуванні апарата конструктивних особливостей вібротранспортувальних пристроїв, мінімального зазору по периферії борта тарілки з корпусом апарата, та рекомендованих авторами режимних параметрів, що визначають характер пульсуючих струмів, продуктивність апарата за твердою фазою та рівень поздовжнього перемішування, спричиненого в тому числі і байпасуванням окремих ділянок робочого потоку, рекомендованою моделлю структури потоків для практичного використання слід вважати комбіновану модель засновану із зон ідеального перемішування у завантажувальній частині апарата та ідеального витіснення в робочій частині, ускладнених елементами зворотного перемішування за схемою [3].

Одержана аналітична залежність та безрозмірнісний її вид можуть бути використані для визначення поточної концентрації речовини в довільний час в довільній точці робочої зони апарата, а також можуть бути взятими за основу при розв'язанні оптимізаційних задач та задач ідентифікації, планування експерименту тощо.

## **Литература**

1. Пат. винах. 86485 Україна, МІЖ<sup>6</sup> В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / Зав'ялов В.Л., Запорожець Ю.В., Бодров В.С.; заявник та патентовласник Національний університет харчових технологій. — № а200707563; заявл. 05.07.07; опубл. 27.04.09, Бюл. №8.

2. Городецкий И.Я. Вибрационные массообменные аппараты / И.Я. Городецкий, А.А. Васин, В.М. Олевский, П.А. Лупанов / под ред. В.М. Олевского, — М.: Химия, 1980. — 192 с.

3. Зав'ялов В.Л. Закономірності дії пульсуючих потоків в умовах протитечійного розділення фаз при віброекстрагуванні із рослинної сировини. / Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Попова Н.В., Деканський В.С. — Будапешт: Science and Education a New Dimension. Natural and Technical Sciences — III (5), Issue:41. — 2015. — С. 95—99.