

УДК 664.061.4:084

ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОДИНАМІКИ ВІБРОЕКСТРАКТОРА З ПРОТИТЕЧІЙНИМ РОЗДІЛЕННЯМ ФАЗ

Зав'ялов В.Л., д-р. техн. наук, доцент, **Мисюра Т.Г.**, к.т.н., доцент,
Попова Н.В., к.т.н., доцент, **Запорожець Ю.В.**, к.т.н., доцент,
Чорний В.М., аспірант

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

При всій різноманітності конструкцій сучасних екстракторів періодичної та безперервної дії існують загальні недоліки, обумовлені недостатньою поруватістю і низькою проникністю для екстрагента підготовленої до перероблення дрібнофракційної рослинної сировини. Внаслідок цього, практичне забезпечення умов оптимального ведення процесу екстрагування традиційними методами ускладнюється. Серед відомих апаратів найбільш перспективними для цих цілей є віброекстрактори. Апарати такого типу здатні працювати в режимі інтенсивної знакозмінної турбулізації робочого потоку струменями суміші вібраційних перемішувальних пристроїв, що розміщені в робочому об'ємі апарата. Разом з тим, конструювання апаратів такого типу стримується недостатньою вивченістю їх гідродинаміки та масоперенесення [1]. У віброекстракторах коливальні потоки двофазового середовища характеризуються певними регулярними змінами їх швидкості або тиску в них і залишається усталеними у всьому діапазоні режимних амплітудно-частотних параметрів роботи апарата. Конструкції основних вузлів віброекстракційних апаратів мають значні відмінності від традиційних екстракторів, що викликає необхідність моделювання та розроблення їх віброперемішувальної і, в окремих випадках, одночасно вібротранспортувальної систем. Залишається нез'ясованим ряд важливих питань, пов'язаних з теорією та практикою віброекстрагування, зокрема — особливостями фізичної природи дії пульсуючих турбулентних потоків, створених вібрувальною системою в апараті, на стадії їх генерації і, далі, в період їх розповсюдження в робочому об'ємі апарата.

Ставилась задача дослідити гідродинамічні особливості роботи віброекстрактора безперервної дії та розробити математичну модель розповсюдження пульсуючих струменів, генерованих конструктивними елементами віброперемішувальних пристроїв. Досліди виконувались на розробленій та виготовленій в умовах НУХТ моделі віброекстрактора безперервної дії з транспортувальними та фільтрувальними елементами спеціальної конструкції [1], здатними в процесі роботи до протитечісного розділення фаз. Визначалась швидкість пульсуючих струменів, генерованих вібротранспортувальними пристроями за допомогою трубки Піто-Прандтля та рідинного дифманометра. Частота f коливань вібротранспортувальної системи становила до 10 Гц, амплітуда A (5; 10;

$15) \cdot 10^{-3}$ м. Розраховувалась середньоінтегральна за період коливань та середня по перерізу струменя швидкість пульсуючих потоків на віддалені L вимірювальної трубки від середнього положення тарілки w_L , яку відносили до початкової за період коливання швидкості пульсуючих потоків w_0 .

Встановлено, що відносна швидкість W_L / W_0 при пульсаційному критерії Рейнольдса $Re_{\pi} > 5000$ визначається величиною відносного віддалення від віброуючої тарілки L/d_c , де d_c – діаметр сопла. Експериментальні дані, що узагальнені графічними залежностями $W_L / W_0 = f(1 + L/d_c)$ в основному відповідають універсальному профілю відносної швидкості в поперечному перерізі турбулентних струменів, розрахованому за рівнянням Шліхтінга [2], разом з тим відхилення від універсального профілю мають систематичний характер. Дальність поширення струменя залежить від прийнятого граничного ступеня загасання β , який в досліджах приймався рівним 0,85. Тому для опису закономірностей загасання пульсуючих потоків при $\beta > 0,5$ запропонована відповідна залежність, можливість застосування якої підтверджується узагальненою S -подібною графічною кривою для ламінарної та турбулентної зон, що демонструє вплив критерію Рейнольдса та параметрів коливань вібротранспортної системи на дальність дії пульсуючих турбулентних струменів, генерованих відкритими елементами тарілки. Встановлено, що дальність поширення пульсуючих потоків L_0 зростає зі збільшенням пульсаційного критерія Рейнольдса Re_{π} , досягає граничного значення при $Re_{\pi} = 5000$ і надалі практично не залежить від параметрів коливань. Шукана величина L_0 входить в критерій Струхалія, що є відношенням часу руху пульсуючих струменів на віддалення L_0 зі швидкістю W_0 , до періоду коливання тарілки $Sh = L_0 \cdot \varepsilon / 2A(1 - \varepsilon)$ де A і ε — відповідно амплітуда та загальний живий переріз (відношення площі отворів тарілки та зазору до площі поперечного перерізу апарата). Як підсумок — встановлені на тарілках патрубків [3], посилюють гідравлічний опір перетoku робочого середовища в протилежному транспортуванню твердої фази напрямі, тим самим збільшуючи продуктивність апарата по твердій фазі та зменшуючи дальність розповсюдження турбулентного пульсуючого струменя і, як результат, знижується загальний рівень поздовжнього перемішування в апараті. Названі ефекти залежать не тільки від режиму роботи апарата, а й в рівній мірі від геометрії транспортувальних і фільтрувальних елементів віброперемішувальних і одночасно транспортувальних тарілок. Тому оптимальними слід вважати співвідношення висоти патрубків до їх діаметра та діаметра патрубків до діаметра транспортувальних елементів в межах 1,5–3 та 2–3 відповідно. Отримані розрахункові рівняння та рекомендовані геометричні параметри транспортувальних елементів можуть бути використані при конструюванні та оптимізації роботи віброекстракторів безперервної дії.

Література

1. V. Zavialov, N. Popova, V. Sukmanov, V. Chorny. Regularities of Solid-Phase Continuous Vibration Extraction and Prospects for Its Industrial Use. 2nd International Conference on Design, Simulation, Manufacturing: The Innovation Exchange (DSMIE-2019) June 11-14,

2019 Lutsk, Ukraine Advances in Design, Simulation and Manufacturing II. Springer Nature Switzerland AG. 2019.

2. Теория турбулентных струй / Под ред. Абрамовича Г.Н. // – М.: Наука, –1984. –720 с.
3. 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.