

Зав'ялов В.Л., Мисюра Т.Г., Бодров В.С., Запорожець Ю.В., Попова Н.В., Деканський В.Є.
Закономірності дії пульсуючих потоків в умовах протитечійного розділення фаз
при віброекстрагуванні із рослинної сировини

*Зав'ялов Володимир Леонідович, д.т.н., доцент,
Мисюра Тарас Григорович, к.т.н., доцент,
Бодров Віктор Семенович, к.т.н., доцент,
Запорожець Юлія Владиславівна, к.т.н., доцент,
Попова Наталія Вікторівна, к.т.н., доцент,
Деканський Вадим Євгенович, асистент*

Національний університет харчових технологій, м. Київ, Україна

Анотація Сформульовано результати досліджень закономірностей розповсюдження пульсуючих струменів, що генеруються елементами віброперемішувальних пристроїв віброекстрактора безперервної дії. Описано механізм протитечійного розділення фаз в умовах твердофазового віброекстрагування. Отримані аналітичні залежності дальності дії пульсуючих потоків, а також продуктивності апарата від конструктивних і режимних параметрів його роботи, можуть бути використані при конструюванні та оптимізації роботи віброекстракторів безперервної дії.

Ключові слова: *віброекстрагування, гідродинаміка, пульсуючий потік, розділення фаз, математична модель*

Вступ. В наш час проблема технічного удосконалення екстракційної апаратури на основі модернізації машин і апаратів, застосування досягнень науки і техніки та прогресивних принципів технології вилучення корисних речовин з використанням нових фізичних засобів інтенсифікації процесів є предметом постійної уваги науковців та загально визнаним напрямом науково-технічного прогресу. Для найбільш енерго- та матеріалоемних галузей харчової промисловості, таких як цукрова, оліє-жирова, консервна, виноробна, пивоварна, лікєро-горілчана, крохмале-патокова, фармацевтична, де щорічно переробляються мільйони тон рослинної сировини та її відходів овочевого, кореневого, трав'яного, листового та плодово-ягідного походження, ці задачі особливо актуальні.

Короткий огляд публікацій за темою. При всій різноманітності конструкцій сучасних екстракторів періодичної та безперервної дії існують загальні недоліки, обумовлені їх низькою ефективністю при переробці дрібнофракційної рослинної сировини, що стає малопроникною для екстрагенту внаслідок її ущільнення в робочій зоні апарата [1]. Таким чином практичне забезпечення умов оптимального ведення процесу екстрагування традиційними методами ускладнюється не тільки властивостями сировини, але й процесно-технологічними та конструктивними можливостями існуючого екстракційного обладнання. Аналіз традиційних способів екстрагування в системі тверде тіло-рідина вказав напрямок вирішення цієї проблеми, суть якого полягає в створенні таких гідродинамічних режимів руху, що забезпечують максимальне оновлення поверхні взаємодії фаз за рахунок створення режиму інтенсивної знакозмінної турбулізації потоку [2, 3].

Серед відомих апаратів, в роботі яких застосовують такі режими, найбільш перспективними є віброекстрактори. Віброекстрагування є порівняно новим технологічним процесом, загальна теорія якого складна і знаходиться на початку свого розвитку. До сьогоднішнього часу залишається нез'ясованою низка важливих питань, пов'язаних з теорією та практикою віброекстрагування, що потребують визначення особливості фізичної природи дії пульсуючих струмів на стадії їх генерації елементами вібрувальних тарілок, розпо-

всюдження їх в робочому об'ємі апарата та перенесення маси вилучених цільових компонентів із рослинної сировини на різних масштабних рівнях, включаючи питання гідродинаміки протитечійного розділення фаз при неперервному процесі [4, 5].

Мета роботи полягає у дослідженні закономірностей розповсюдження пульсуючих знакозмінних турбулентних струменів в робочому об'ємі віброекстрактора, генерованих елементами віброперемішувальних пристроїв, а також розробленні математичної моделі протитечійного розділення фаз при безперервному віброекстрагуванні та обґрунтуванні механізму цього процесу.

Матеріали та методи. Дослідження виконувались на розробленій моделі віброекстрактора безперервної дії [6] за схемою рис.1. Установка має вертикальний циліндричний корпус діаметром 0,3 м та висотою 1,5 м з приєднаним U-подібним завантажувальним пристроєм. Для подачі екстрагенту в останній верхній царзі встановлено душовий розподільвач.

Всередині колони розміщено врівноважений вібро-транспортувальний пристрій з мінімальним зазором по периферії, що складається із системи двох штоків із закріпленими на них транспортувальними тарілками спеціальної конструкції (рис.2) з можливістю регулювання їх кількості, відстані між ними, частоти коливань та амплітуди.

Екстрагент подається в апарат на рівень верхньої тарілки. Одночасно встановлюється заданий амплітудно-частотний режим коливання вібротранспортувальної системи. Підготовлена до екстрагування подрібнена рослинна сировина через завантажувальний пристрій направляється під нижню тарілку, рухається безперервно вздовж апарата за допомогою вібротранспортувальних тарілок протитечійно екстрагенту з поступовим вилученням цільових компонентів та вивантажується з апарата у вигляді шроту через лоток. Готовий екстракт через фільтр відводиться з апарата. Протитечійне розділення фаз в апараті здійснюється за рахунок різниці гідравлічних опорів перетоку робочого середовища через транспортувальні відкриті елементи (гнучкі патрубки, що закріплені на транспортувальних елементах-соплах), фільтрувального ефекту через фільтрувальні елементи та седиментації часток твердої фази на

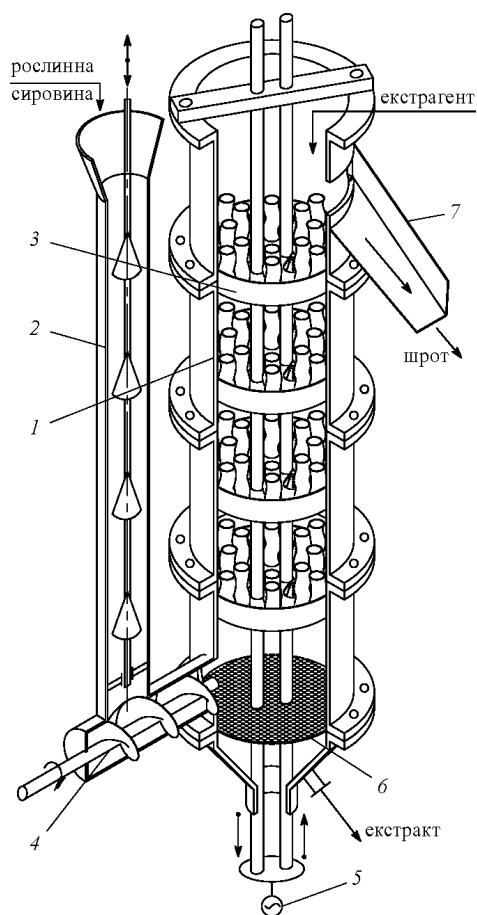


Рис. 1. Загальний вигляд лабораторного віброекстрактора безперервної дії: 1 – корпус; 2 – завантажувальний пристрій; 3 – тарілки; 4 – шнек; 5 – вібропривід; 6 – фільтрувальна решітка; 7 – лоток.

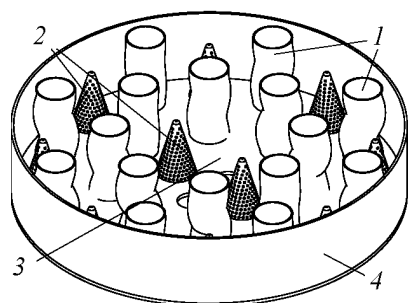


Рис. 2. Транспортна тарілка з гнучкими патрубками: 1 – гнучкі патрубки; 2 – фільтрувальні елементи; 3 – днище; 4 – борт.

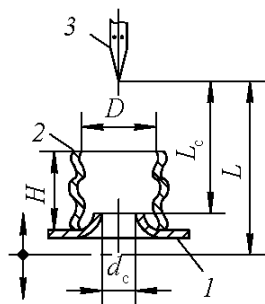


Рис. 3. Схема вимірювання дальності дії пульсуючого струменя, генерованого транспортним елементом лабораторного віброекстрактора безперервної дії: 1 – транспортний елемент; 2 – гнучкий патрубок; 3 – трубка Піто-Прандтля

поверхні тарілок. Встановлений по периферії тарілок борт призначений для утримання твердої фази на їх поверхні, посилення розділювального ефекту фаз та запобігання від змиву дрібних фракцій твердої фази за межі під тарілку.

Пульсуючі турбулентні струмені, що генеруються віброперемішувальними пристроями віброекстрактора, визначають їх гідродинаміку в масштабі апарата та умови обтікання поверхні твердого тіла при масообміні. В цьому контексті значний інтерес представляли закономірності їх розповсюдження в непроточному робочому середовищі.

Для проведення дослідів використовувався дифманометр з трубкою Піто-Прандтля з діаметром отвору 2 мм з відповідним таруванням та можливістю визначити швидкості звичайних потоків з достатньою точністю для практичних розрахунків (0,5–0,6%) у межах 0,01–2,5 м/с.

Під час вимірювань дальності дії пульсуючих струменів L та вимірювання їх швидкостей трубка Піто-Прандтля встановлювалась в робочому об'ємі апарата вздовж осі транспортувального відкритого елемента – сопла з можливістю вести візуальні спостереження (рис. 3) Співвідношення діаметрів патрубків і сопел та їх висоти, і регулювання відстані від нього спеціальним механізмом з фіксацією показів на дифманометрі. Дослідження виконувались на воді з температурою 293 К без наявності твердої фази та з твердою фазою як модельною сировиною – капроною дрібною білого кольору, кучастої форми із еквівалентним діаметром 3 мм та густиною 1110 кг/м³. Співвідношення діаметрів патрубків та сопла, а також його висоти та діаметра сопла змінювались у межах, відповідно $D/d = 1-3$; $H/d = 1-4$. Сопла діаметром 15, 20, 30 мм встановлювались у патрубках з діаметрами 36 і 56 мм, висотою 45 і 60 мм. Параметри коливань вібротранспортувальної системи змінювались у межах: частота коливань 1 – 4 Гц, амплітуда 10; 15; 50 мм. Досліджувались конструкції тарілок з живим перерізом 5,5 – 14,2 %.

За показами дифманометра розраховувалась середньоінтегральна за період коливань та середня по перерізу струменя швидкість пульсуючих потоків на відстані L трубки Піто-Прандтля від середнього положення тарілки (рис.3.):

$$w_L = 0,637k\sqrt{2gh_w}, \quad (1)$$

де $k = w_L/w_{\max}$ – відношення середньої по перерізу струменя швидкості до її максимального значення в центрі ($k = 0,5$ для ламінарного потоку; для турбулентного – $k = 0,75-0,87$ при пульсаційному числі Рейнольдса $Re_n = 5000$); h – різниця рівнів рідини в трубці Піто-Прандтля; g – прискорення земного тяжіння.

Початкове середньоінтегральне за період коливання значення швидкості пульсуючих потоків визначали за рівнянням:

$$w_0 = 2Af\rho/\varepsilon, \quad (2)$$

де A і f – відповідно амплітуда та частота коливань віброуючої перегородки, а p , ε – відповідно частки неперфорованої частини тарілки та її перфорацій із зазором по периферії в зоні встановлення в апарат.

Відстань L визначали за аналогією зі стаціонарними турбулентними струменями

$$L = L_c + 4,5r_c, \quad (3)$$

де L_c – відстань від точки вимірювання до зрізу сопла при середньому положенні вібруючої перегородки; r_c – радіус сопла.

Результати та їх обговорення. Звертаючи увагу на відсутність ґрунтовних теоретичних та експериментальних розробок в галузі гідродинаміки твердофазового віброекстрагування, вивчалися закономірності розповсюдження пульсуючих турбулентних потоків, генерованих транспортувальними елементами віброекстрактора, у непроточному рідкому середовищі. 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 (рис. 4) в координатах $\lg(K) - \lg(\text{Re}_n)$, де K – функ-

ціональний комплекс, що зв'язує геометричні та режимні параметри роботи вібротранспортувальних пристроїв:

$$K = \text{Ho} \left(\frac{D^2}{d_c H} \right) \left(\frac{2Ap}{d_c \varepsilon} \right)^{0,85}, \quad (4)$$

де $\text{Ho} = L_0 \varepsilon / (2Ap)$ – модифікований критерій гомохронності; $\text{Re}_n = 4A^2 f p / (\varepsilon v)$ – пульсаційний критерій Рейнольдса; v – 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.

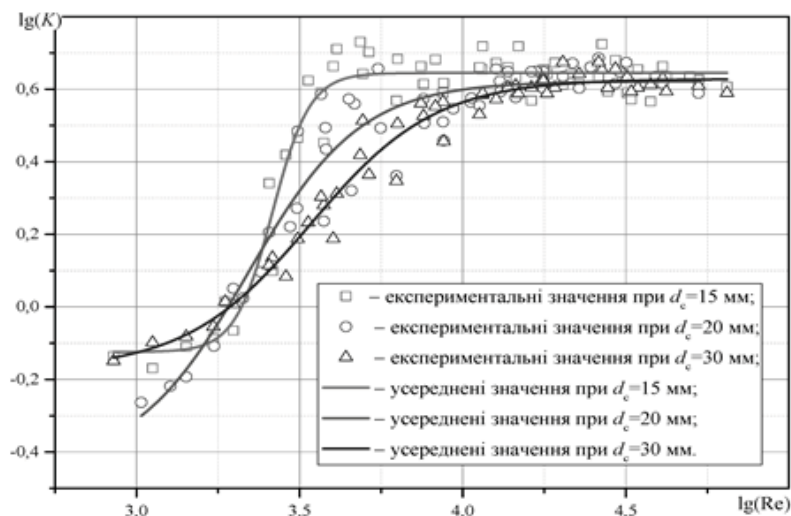


Рис. 4. Узагальнення експериментальних даних по встановленню дальності розповсюдження пульсуючих струменів в двофазовому пульсаційному потоці при різних параметрах коливань

Результати експериментальних даних у всьому дослідженому діапазоні гідродинамічних режимів роботи апарата узагальнюються залежністю:

$$\lg(K) = -0,238 + \frac{0,864}{1 + 10^{0,376(3,45 - \lg(\text{Re}_n))}}. \quad (5)$$

За сумісним вирішенням рівнянь (4) і (5) відносно L_0 , отримуємо:

$$L_0 = 0,642 \cdot 7,311^{(1+19,815 \cdot \text{Re}_n^{-0,376})^{-1}} \cdot \left(\frac{H \cdot d_c^{1,85}}{D^2} \right) \left(\frac{Ap}{\varepsilon} \right)^{0,15}. \quad (6)$$

Таким чином, за величиною L_0 при проектуванні віброекстракторів стає можливим визначати відстань між віброперемішувальними пристроями, габарити апарата, висоту встановлення розвантажувального пристрою для відведення шроту. Величина L_0 також може бути взята як масштабний фактор при моделюванні процесу.

Переваги віброекстрагування, пов'язані з інтенсифікацією масоперенесення за рахунок активізації міжфазової поверхні при її коливаннях і пульсаційному обтіканні, стають значно вагомішими в умовах протічійного розділення фаз за допомогою вібрації робочих елементів при мінімальному поздовжньому перемішуванні. В основі такого транспортування лежать механізми розділення фаз поперечними вібруючими

перегородками, які секціонують віброекстрактор, залишаючи можливість проникнення через їхній живий переріз твердої фази. Ці ефекти повинні доповнюватися механізмами фіксації виділеної твердої фази та її подальшого перенесення в зону дії наступної тарілки.

Встановлені в отворах живого перерізу перегородки насадки з різним гідравлічним опором у протилежних напрямках руху створюють різну русійну силу фільтрування і як результат – більше нагромадження осаду твердої фази на одному з боків фільтрувального елемента перегородки (з боку напрямку транспортування, якщо гідравлічний опір насадки в цьому напрямку менший, ніж у протилежному). В ідеальному випадку це призводить до транспортування твердої фази вздовж апарата.

Таким чином, при однаковості перемішуваних у взаємно протилежних напрямках об'ємів суспензії завдяки вищій концентрації струменю в напрямку транспортування твердої фази реально забезпечується процес розділення фаз.

Транспортуючи здатність вібрувальних тарілок досліджували на модельній системі капронова дрібка – вода. Еквівалентний радіус капронової дрібки, форма якої подібна до кулястої, становив 3 мм, густина 1167 кг/м³. Транспортувальну здатність тарілок визначали за

продуктивністю віброекстрактора по твердій фазі. Для цього тверду фазу рівномірно подавали в завантажувальний пристрій, відбирали із зони розвантаження й зважували через однакові проміжки часу.

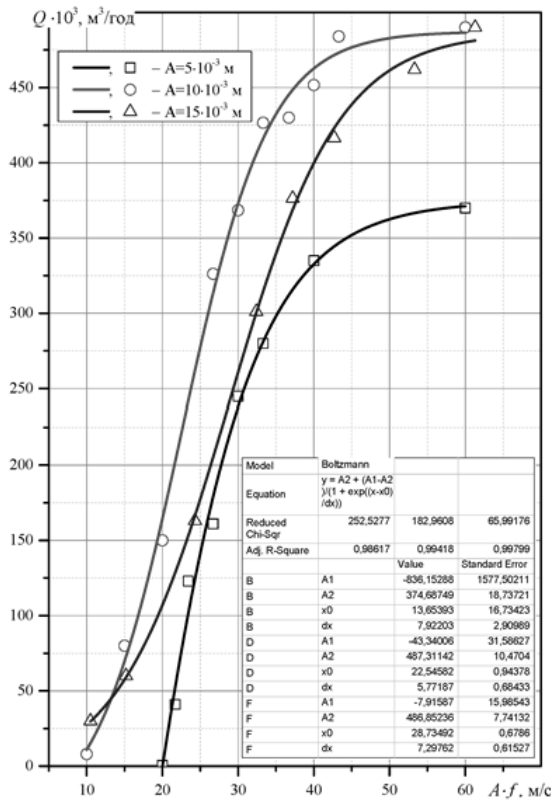


Рис.5. Залежність продуктивності віброекстрактора (розрахункова) від інтенсивності коливань вібротранспортувальної системи (транспортування модельної сировини)

Візуальними спостереженнями встановлено, що вихід віброекстрактора на робочий режим при заданій інтенсивності коливань, який забезпечує необхідну продуктивність апарата, супроводжується створенням шару твердої фази у зоні між тарілками. Такий шар є штучним секціонуючим елементом, непроникним для пульсуючих турбулентних струменів як транспортувальних відкритих елементів нижньої тарілки так і фільтрувальних елементів верхньої. Причому, товщина шару при встановленому режимі лишається незмінною, оскільки поповнюється від живлення знизу та витрачається у верхньому шарі розмиванням пульсуючими струменями фільтрувальних елементів верхньої тарілки з подальшим перенесенням частинок твердої фази транспортувальними елементами цієї тарілки у наступну верхню секцію.

Досліджувався вплив кількості відкритих (транспортувальних) елементів із встановленими на них гнучкими патрубками на транспортувальну здатність віброекстрактора. Досліди виконувались з фіксованою амплітудою ($A=10 \cdot 10^{-3}$ м) та частотою коливань ($f = 3$ Гц) вібротранспортувальної системи. Геометрично розташування патрубків на тарілках здійснювалось по концентричним колам із збереженням симетрії.

Результати таких дослідів узагальнювались графічною залежністю, яка свідчить, що суттєвого збільшення продуктивності до 6 елементів не спостерігається. Тому найбільш доцільною кількістю встанов-

лених елементів слід вважати від 8 до 14, враховуючи вид рослинної сировини, тобто її фізичні властивості.

Що стосується наявності борта по периферії тарілки, то він може бути рекомендований як фактор, що підвищує ефект затримання твердої фази на поверхні тарілки при її русі уверх, а також не дозволяє змивання твердої фази, коли існує кільцевий зазор між стінкою апарата та тарілкою. Залежність продуктивності віброекстрактора від інтенсивності коливань вібротранспортувальної системи показано на рис.5.

Як видно з графічної залежності $Q = (A \cdot f)$, криві продуктивності мають розшарування за впливом амплітуд коливань вібротранспортувальної системи, незважаючи на те що очевидним залишається зміст зростання продуктивності із збільшенням інтенсивності її коливань (добуток амплітуди на частоту коливань вібротранспортувальної системи).

У цьому контексті також слід зазначити, що для режиму роботи апарата з амплітудою $A=5 \cdot 10^{-3}$ м транспортування починається приблизно з частоти 4 Гц, для $A=10 \cdot 10^{-3}$ м з частотою 1 Гц і для 15 мм приблизно з 0,5 Гц. Тобто більша амплітуда коливань забезпечує початок транспортування при більш низьких частотах.

Складність в розробці теорії розрахунку віброекстракційної апаратури безперервної дії та моделюванні її транспортувальної здатності пов'язана із супроводженням процесу явищами різної фізичної природи. Тому враховуючи ряд обмежень та припущень щодо багатогранності процесу, ставилась задача отримати аналітичну залежність продуктивності апарата від режимних та конструктивних параметрів процесу.

Математичний опис закономірностей розділення неоднорідної системи, за умови нестиснення її робочого середовища, нерозривності руху потоку, а також рівності втрат тиску при перетокі середовища у взаємно протилежних напрямках при його загальному русі через транспортувальні та фільтрувальні елементи, може бути подано в наступній формі:

$$Q_{\text{тв}} = 4An \frac{(1-\varepsilon)}{\varepsilon} (F_{\phi} - F_{\text{он}}) (K_2 - K_1) \tau, \quad (7)$$

$$\text{де } K_1 = f_{\phi} \frac{C1_1 + \sqrt{C1_1(C2_1 f_{\phi}^2 - C3_1)}}{C1_1 f_{\phi}^2 - C2_1 f_{\phi}^2 - C3_1} \text{ і}$$

$$K_2 = f_{\phi} \frac{C1_2 + \sqrt{C1_2(C2_2 f_{\phi}^2 - C3_2)}}{C1_2 f_{\phi}^2 - C2_2 f_{\phi}^2 - C3_2} \text{ – поправочні коефіцієнти для швидкості транспортування твердої фази;}$$

де $C1_1 = \rho_c \left(\frac{\xi_{\text{пат}1}}{f_{\text{пат}}^2} + \frac{\xi_{\text{от}1}}{f_{\text{от}}^2} \right)$, $C1_2 = \rho_c \left(\frac{\xi_{\text{пат}2}}{f_{\text{пат}}^2} + \frac{\xi_{\text{от}2}}{f_{\text{от}}^2} \right)$ – гідродинамічна характеристика транспортувального елемента під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$$C2_1 = \rho_p \left(\frac{\xi_{\text{п}1}}{f_{\text{п}}^2} + \frac{\xi_{\text{оф}1}}{f_{\text{оф}}^2} \right), C2_2 = \rho_p \frac{\xi_{\text{п}2}}{f_{\text{п}}^2} + \rho_p \frac{\xi_{\text{оф}2}}{f_{\text{оф}}^2}$$

– гідродинамічна характеристика фільтрувального елемента під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$$C3_1 = C3_2 = rx/2n \text{ – гідродинамічна характеристика шару осаду під час руху тарілки відповідно вгору та вниз; } f_{\text{пат}}, f_{\text{от}}, f_{\phi}, f_{\text{оф}}, f_{\text{п}} \text{ – відношення відповідних площ до площі тарілки; } \xi_{\text{пат}1}, \xi_{\text{пат}2}, \xi_{\text{от}1}, \xi_{\text{от}2}, \xi_{\text{оф}1},$$

намічна характеристика фільтрувального елемента під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$C3_1 = C3_2 = rx/2n$ – гідродинамічна характеристика шару осаду під час руху тарілки відповідно вгору та вниз;

$f_{\text{пат}}, f_{\text{от}}, f_{\phi}, f_{\text{оф}}, f_{\text{п}}$ – відношення відповідних площ до площі тарілки; $\xi_{\text{пат}1}, \xi_{\text{пат}2}, \xi_{\text{от}1}, \xi_{\text{от}2}, \xi_{\text{оф}1},$

$\xi_{\text{off}2}$, ξ_{n1} , ξ_{n2} – відповідно місцеві гідравлічні опори в патрубках, отворах транспортуючих елементів, отворах фільтрувальних елементів, і перфораціях під час руху тарілки відповідно вгору та вниз; ρ_c , ρ_p – відповідно густини суспензії та екстракту (фільтрату); n – частота коливань тарілки; ε – частка живого перерізу апарата.

Таким чином отримали аналітичну залежність продуктивності від основних конструктивних та режимних параметрів роботи віброекстрактора безперервної дії.

Висновок. Накладання поля низькочастотних механічних коливань на робоче середовище у віброекстракторах може бути ефективним засобом створення необхідного гідродинамічного стану системи і, як наслідок, потужним джерелом інтенсифікації процесу екстрагування. Встановлено, що дальність дії пульсуючих потоків, генерованих робочими елементами зростає із збільшенням інтенсивності коливань вібро-транспортивальної системи, досягає деякого межового

значення і у подальшому практично не залежить від параметрів її коливань.

Протитечійне транспортування фаз у віброекстракторі досягається за рахунок дії двох основних механізмів їх розділення – седиментаційного і фільтрувального, причому ефективність першого значно вища. Оптимальною конструкцією вібротранспортивального елемента є вібруюча перегородка з патрубками оптимальних геометричних розмірів, бортом по периферії та фільтруючими елементами. Отримані аналітичні залежності дальності дії пульсуючих потоків, а також продуктивності апарата від конструктивних і режимних параметрів його роботи, можуть бути використані при конструюванні та оптимізації роботи віброекстракторів безперервної дії. Раціональним режимом роботи віброекстрактора, що забезпечує необхідну продуктивність з мінімальним ефектом поздовжнього перемішування можна вважати режим з амплітудою 10 мм та частотою коливань 2,7 Гц.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лысянский В. М. Экстрагирование в пищевой промышленности / В.М. Лысянский, С.М. Гребенюк. – М.: Агропромиздат, 1987. – 188 с.
2. Белоглазов И. Н. Твердофазные экстракторы / И.Н. Белоглазов. // Ленинград: «Химия». Ленинградское отделение, – 1985. – 239 с.
3. Дячок В.В. Научно-теоретичні основи екстрагування лікарської рослинної сировини: дис. ... докт. техн. наук: 05.18.12 / Дячок Василь Володимирович. – Київ, 2011. – 385 с.
4. Дослідження процесу віброекстрагування із рослинної сировини та перспективи його використання в промисловості. / Т.Г. Мисюра, Н.В. Попова, В.С. Бодров, В.Л. Зав'ялов, Ю.В. Запорожець, В.Є. Деканський // Харчова промисловість, № 12, Київ: НУХТ, 2012. – с. 260-268.
5. 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.
6. Пат. 86485 Україна, МПК В 01 D 11/02. Вібраційний екстрактор / Зав'ялов В.Л., Запорожець Ю.В., Бодров В.С. – № а 2007 07563; заявл. 05.07.07; опубл. 27.04.09, Бюл. № 8.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

1. Lysyansky V.M. Extraction in the food industry / V.M. Lysyansky, S.M. Grebenuk. – M.: Agropromizdat, 1987. – 188 p.
2. Beloglazov I.N. Solid extractors / I.N. Beloglazov. // Leningrad: "Chemistry". Leningrad branch – 1985. – 239 p.
3. Dyachok V.V. Research and theoretical bases of extraction of medicinal plants: dis. dr. tech. sc: 05.18.12 / Dyachok Vasily Vladimirovich. – Kyiv, 2011. – 385 p.
4. Investigation of vibroekstrahuvannya of plant material and the prospects for its use in industry. / T.H. Mysyura, N.V. Popova, V.S. Bodrov, V.L. Zav'yalov, Yu.V. Zaporozhets, V.Ye. Dekansky // Food Industry, № 12, Kyiv: NUFT, 2012. – p. 260-268.
5. Vibrating mass transfer devices / I.Ya. Gorodetsky, A.A. Vasin, V.M. Olevsky, P.A. Lupanov; Ed. V.M. Olevsky. – M.: Chemistry, 1980. – 192 p.
6. Pat. Ukraine МПК В 01 D 11/02. Vibrating extractor / Zavjalov V.L., Zaporozhets Yu.V., V.S. Bodrov – № and 2007 07563; appl. 05.07.07; publ. 27.04.09, Bull. Number 8.

Zavialov V., Misyura T., Bodrov V., Zaporozhets Y., Popova N., Dekansky V.

Regularities of pulsating flow in conditions of countercurrently phase separation during vibroextraction from raw materials

Abstract. Results of the research of pulsating jets laws propagation generated by elements of continuous vibroextractors vibromixing devices are formulated. The mechanism of counter-phase separation in a solid phase vibroextraction is described. The obtained analytical dependence of the pulsating jets range and performance of the apparatus on constructive and operational parameters of its work can be used for design and optimizing of continuous action vibroextractor.

Keywords: vibroextraction, hydrodynamics, pulsing jets, phase separation, mathematical model

Зав'ялов В. Л., Мисюра Т. Г., Бодров В. С., Запорожець Ю. В., Попова Н. В., Деканський В. Е.

Закономерности действия пульсирующих потоков в условиях противоточного разделения фаз при виброэкстрагировании из растительного сырья

Аннотация. Сформулированы результаты исследований закономерностей распространения пульсирующих струй, генерируемых элементами виброперемешивающих устройств виброэкстрактора непрерывного действия. Описан механизм противоточного разделения фаз в условиях твердофазного виброэкстрагирования. Полученные аналитические зависимости дальности действия пульсирующих потоков, а также производительности аппарата от конструктивных и режимных параметров его работы, могут быть использованы при конструировании и оптимизации работы виброэкстракторов непрерывного действия

Ключевые слова: виброэкстрагирование, гидродинамика, пульсирующий поток, разделение фаз, математическая модель