

УДК 662.75

РОЗДІЛЕННЯ РОСЛИННИХ ОЛІЙ НА ФРАКЦІЇ У ВІДЦЕНТРОВОМУ ПОЛІ

Ковалишин С.Й. к.т.н., доц., Опанащук П.О. аспірант

(Львівський національний аграрний університет)

Відцентрове розділення емульсії – це процес найбільш ретельного видалення за допомогою відцентрових сепараторів домішок, що містяться в рідинах в незначних кількостях (не більше 10%). Цей процес можна розглядати як вільне осадження частинок твердої фази в рідині під дією відцентрового поля.

Постановка проблеми. Рослинні олії, які зазвичай отримують шляхом пресування на шнекових пресах насіння олієвмісних культур, містять від 3 до 10% механічних домішок, фосфатидів тощо. Для досягнення олії високої якості, призначеної як для харчових, так і технічних цілей, ці домішки необхідно відділити. Одним із перспективних напрямів є відцентрова очистка в барабані центрифуги. В процесі цієї очистки на частинки рідини діють сили, які роз'єднують олію на легку та важку фракції. Для більш точного з'ясування фізичної суті процесу очищення та його вдосконалення необхідно детальніше дослідити процеси розподілу фракцій рідини, яка перебуває в барабані відцентрового очисника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдяки тонкому шару і високим робочим швидкостям (5000 – 12000 об/хв) за допомогою рідинного сепаратора зазвичай вдається виділити з рідини при досить малій різниці в питомих масах (порядка 0,1 г/см або до 3%) частинки діаметром менше 1 мк [2].

Для виділення таких дрібних частинок досить протримати рідину в міжтарілковому просторі барабана всього лише 1 – 3 сек. За цей короткий термін частин-

ки встигають зробити всередині потоку необхідне для їх виділення відносно переміщення, яке рівне в тонкостінних сепараторах зазору між тарілками.

Заміна сили тяжіння відцентровою силою і зменшення робочої висоти відстою – обидва ці чинники разом інтенсифікують процес очищення в декілька разів. Це зумовлює величезну продуктивність сепараторів або, їх малі габарити. Наприклад дріжджовий сепаратор з робочою ємкістю барабана в декілька літрів пропускає в годину до 50 000 л дріжджового суслу, займаючи площу приблизно 1 м² при висоті близько 1,5 м [3, 4, 5].

За динамічними властивостями свого механізму рідинний сепаратор відноситься до типу надцентрифуг, тобто до типу швидкохідних центрифуг, що працюють на обертах, які у декілька разів перевищують критичні [1].

Стосовно питання використання рідинних сепараторів для очистки рослинних олій слід зазначити, що існує потреба певної адаптації як самого процесу, так і їх конструктивних елементів. Це насамперед пов'язано із питомими масами розділювальних частинок, швидкістю їх осаджування тощо. У зв'язку з цим виникає необхідність поглиблених досліджень процесу розділення рослинних олій на фракції у відцентровому полі.

Мета. Підвищити якісні показники рослинних олій на підставі дослідження закономірностей та основних факторів впливу на процес їх відцентрової очистки

Виклад основного матеріалу. Емульсія, що поступає в відцентровий сепаратор, протікає через міжтарілкові простори і виходить з отворів виходу чистого продукту і домішок, розділених на фракції за різними питомими масами. Кількість рідини, що поступає в барабан і витікає його фракційних отворів, залежить від розміру отвору закінчення поплавкової камери і розмірів обох каналів, виходу чистої олії і домішок. Для сепараторного процесу основне значення має швидкість протікання рідини в міжтарілкових просторах. Саме ця швидкість визначає час перебування рідини в робочому об'ємі барабана, тобто час перебування в робочій ділянці міжтарілкового простору.

Очищення рідин від механічних забруднень у відцентровому полі відбувається під дією відцентрової сили, яка переміщає частинку від центру поля до його периферії. Одночасно на частинку, як і при гравітаційному очищенні, діє виштовхуюча (Архімедова) сила, направлена протилежно відцентровій силі, тобто від периферії до центру. Проте на відміну від процесу гравітаційного очищення під час визначення виштовхуючої сили, прискорення вільного падіння замінюється відцентровим прискоренням. Об'ємна сила, що діє на частинку при відцентровому очищенні, є рівною:

$$G_u - A_u = c_{об} l^2 a_u (\rho_o - \rho_{ж}), \quad (1)$$

де $a_u = v_p^2 / r$ – відцентрове прискорення, м/с²;

$c_{об}$ – сила опору рідкого середовища;

l – довжина барабана, мм;

$\rho_o, \rho_{ж}$ – відповідно щільність олії і жирової кульки, кг/м³

На частинку діє також гравітаційна сила, але вона значно менша, ніж відцентрова, що видно із співвідношення $G_u / G = v_p^2 / gr$, тому під час розрахунків процесів відцентрового очищення цією силою нехтують [6].

Швидкість жирової кульки яка рухаються в олії до осі обертання барабана з швидкістю Стокса в результаті відцентрового прискорення становить:

$$v_c = \frac{l}{18} \omega^2 R d^2 \frac{\rho_o - \rho_{ж}}{\mu}, \quad (2)$$

де v_c – швидкість жирової кульки, м/с;

ω – кутова швидкість обертання, рад/с;

R - радіус обертання, м;

d – діаметр кульки, м;

μ – в'язкість олії, Па.

Модифікований критерій Архімеда A_r^* при дії на частинку відцентрової сили, є рівною:

$$A_r^* = \frac{v_r^2 l^3}{rv_{\omega}^2} \cdot \frac{p_{\tau} - p_{\omega}}{p_{\omega}}, \quad (3)$$

де $v_p = \omega r = 2\pi n r$ – кутова швидкість частинки, м/с;

r – радіус обертання частинки, м

Залежності між критеріями Рейнольдса і Архімеда при відцентровому очищенні рідин повністю співпадають з аналогічними залежностями, знайденими для процесу гравітаційного очищення. Проте в цих виразах замість критерію Архімеда повинна використовуватися його модифікована форма.

Під час розрахунку сепараторів-роздільників перш за все необхідно з'ясувати, який з компонентів є дисперсійним середовищем, а який – дисперсною фазою. Відповідно визначається і робоча ділянка тарілки. Наприклад, якщо дисперсною фазою водоолійної емульсії є глобули води, то за робочу ділянку приймають центральну зону тарілок і формула набуде вигляду:

$$\sum_r = 2 / 3 (\pi / g) \omega^2 z_r \operatorname{ctg} \alpha (r^3_{\text{н}} - r^3_{\text{мін}}) \quad (4)$$

Якщо ж потрібно, як дисперсну фазу виділити легший компонент, то використовують периферійну ділянку тарілки і розрахунок виконують за формулою:

$$\sum_r = 2 / 3 (\pi / g) \omega^2 z_r \operatorname{ctg} \alpha (r^3_{\text{макс}} - r^3_{\text{н}}) \quad (5)$$

Із віддаленням від осі обертання відцентрова сила збільшується, а швидкість потоку рідини зменшується. В результаті в місцях дії великої сили і меншої швидкості потоку, спливають дрібніші жирові кульки, швидкість руху яких в місцях ближчих до осі обертання, настільки незначні, що їх захоплює потік.

Оскільки ці дрібні жирові кульки, виділившись із загального потоку рідини, не можуть піднятися вгору індивідуально, то вони нагромаджуються у верхній поверхні нижньої тарілки кожного міжтарілкового простору. Завдяки цьому виникають потоки концентрованої фракції, в даному випадку потоки домішок. Дійсно, нагромаджені жирові кульки, зменшують питому вагу нижнього шару рідини ко-

жного міжтарілкового простору настільки, що цей шар починає як одне ціле підніматися вгору, утворюючи вздовж розділової стінки суцільний потік домішок.

Найпоширеніша схема ротора, яка використовується в сепараторах-роздільниках для сепарації емульсій представлена на рис. 1. Розділення емульсій відбувається в основному в пакеті тарілок з отворами, розташування яких залежить від об'ємного співвідношення важкого і легкого компонентів.

Між пакетом робочих тарілок і кришкою ротора розміщується розділова тарілка з ребрами і горловиною. У сепараторах відкритого типу на кришці встановлюється регулювальний елемент, виконаний зазвичай у вигляді так званої регулювальної шайби, що має різний внутрішній діаметр.

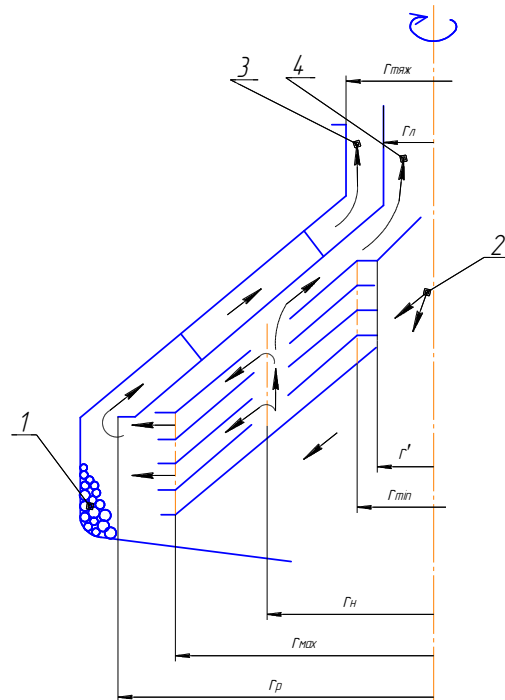


Рис. 1. Схема ротора сепаратора-роздільника: 1 – шар домішок, 2 – початковий продукт, 3 – важка фракція, 4 – легка фракція

Якщо ротор заповнити емульсією і припинити її подачу, то через деякий час в роторі встановляться два шари – важкого і легкого компонентів, межа між якими матиме форму циліндра і розташування її визначиться співвідношенням об'ємів

компонентів і радіусами розташування відповідних пристроїв. Стала циліндрова поверхня може бути названа поверхнею розділу фаз або зоною нейтрального шару. Для ефективнішого розділення олію слід вводити в пакет тарілок через отвори, розташовані на радіусі, відповідному нейтральному шару. За таких умов створюються найсприятливіші умови для надходження в розрахункові ділянки тарілок важкого і легкого компонентів при безперервній подачі продукту в ротор.

Відповідно, радіус r_n розташування отворів в тарілках може бути визначений з формули:

$$(r_{max}^2 - r_n^2) / (r_n^2 - r_{max}^2) = v_g / v_l, \quad (6)$$

де v_g / v_l – співвідношення важкого і легкого компонентів в олії.

Розглядаючи ротор як систему сполучених посудин і приймаючи гідростатичний тиск рідини $p_{жс} = (p_{\omega}^2 / 2) (r_1^2 - r_2^2)$, можна записати:

$$p_g (r_n^2 - r_{тяж}^2) = p_l (r_n^2 - r_l^2), \quad (7)$$

де p_g і p_l – щільність важкого і легкого компонентів.

Виходячи з рівності тиску на межі нейтрального шару, можна також отримати залежність:

$$p_g (r_p^2 - r_{тяж}^2) = p_{см} (r_p^2 - r_l^2), \quad (8)$$

де $p_{см}$ – щільність суміші в просторі під розділовою тарілкою, обмежена радіусами r_p і r_l .

Сепаратори зазвичай застосовують для обробки сумішей, що важко піддаються розділенню. У цих випадках необхідно ввести рідину в зону максимальної дії відцентрової сили, щоб по можливості зруйнувати емульсію перед кінцевим виділенням водної (або іншої) фази з легкого дисперсійного середовища в міжтарілкових просторах. Для цього можливе застосування пакету тарілок без отворів і введення емульсії в зону між зовнішніми кромками робочих і розділовою тарілок.

Якщо використовується схема розділення з тарілками без отворів, то у формулу (7) замість r_n підставляють значення r_l . У будь-якому випадку радіус відве-

дення легкого компонента повинен бути менше внутрішнього радіусу r' тарілки, щоб уникнути додаткового порушення рівномірності завантаження поверхні тарілок.

Висновки. 1. Очищення рослинних олій від механічних та інших забруднень у відцентровому полі відбувається під дією відцентрової сили, яка переміщає частинку від центру поля до його периферії. Розгляд швидкостей потоку і швидкості Стокса дозволяє зробити висновок про те, що дійсна швидкість і напрям руху частинки, що знаходиться в просторі між тарілками, буде результуючою вказаних двох швидкостей.

2. Найважливішими технологічними параметрами процесу очистки, що істотно впливають на якість очищення олій, є їх температура, швидкість обертання барабана і тривалість безупинної роботи очисника. До конструктивних параметрів слід віднести такі: радіус тарілки, кількість тарілок, відстань між тарілками, кутова швидкість обертання барабана. Суттєвий вплив на відцентрову очистку мають значення густина розділювальних фракцій, температура олії.

3. Для обробки сумішей, що важко піддаються розділенню, необхідно застосовувати пакети тарілок без отворів. Рідину в такому випадку необхідно вводити в зону максимальної дії відцентрової сили, щоб за можливістю розділити олію перед кінцевим відділенням водної (або іншої) фази з легкого дисперсійного середовища в міжтарілкових просторах.

Список використаних джерел:

1. Ковалишин С.Й., Опанащук П.О. Обґрунтування доцільності використання відцентрової очистки в технологічному процесі виробництва біодизеля // Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Випуск 8. – Том 3. – С. 94-100.

2. Опанащук П.О. Вплив попередньої очистки рослинних олій на їх фізико-механічні властивості // Матеріали 74 наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів «Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у ХХІ столітті» К.: НУХТ, 2008. – С. 227
3. Бремер Г.И. Жидкостные сепараторы. - М.: Машгиз., 1957. - 243 с.
4. Бетчелор Дж. Введение в динамику жидкости. - М.: Мир., 1973. - 760 с.
5. Либерман С.Г., Петровский В.П. Сепараторы и центрифуги в установках для непрерывного производства жиров. М., "Пищевая промышленность", 1990р. - 64с.
6. Шкоропад Д.Е., Новиков О.П. Центрифуги и сепараторы для химических производств. - М.: Химия, 1987. - 256 с.

Аннотация

Разделение растительных масел на фракции в центробежном поле.

Ковалишин С.Й., Опанащук П.О.

Центробежное разделение суспензии - это процесс наиболее тщательного удаления с помощью центрифуг примесей, которые содержатся в жидкостях в незначительных количествах (не больше 10%). Этот процесс можно рассматривать как свободное осаждение частиц твердой фазы в жидкости под действием центробежного поля.

Abstract

Division of vegetable butters on faction in the centrifugal field.

S. Kovalishin , P. Opanaschuk

The centrifugal division of emulsions - it the process of the most careful delete by the centrifuges of admixtures which are contained in liquids in negligible quantities (not

more than 10%). This process can be examined as a free besieging of particles of hard phase in a liquid under the action of the centrifugal field.