

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

УДК 62229.316.0002.51/52:665.3.

ПЕРВИННА ОЧИСТКА СОНЯШНИКОВОЇ ОЛІЇ В ПОЛІ
ВІБРОАКУСТИЧНОЇ ДІЇ.

П. Осадчук

Одеський державний аграрний університет

Розглядається можливість та перспективи використання фізичних полів на процес очищення соняшникової олії. Проведено аналіз існуючих досліджень використання обробки ультразвуковими хвилями рідинних харчових продуктів. У розрізі впливу протікання процесу розділення між двома або кількома неоднорідними середовищами в системах рідина - рідина та рідина - тверде тіло. Розроблено математичну модель яка описує процес впливу даного фізичного поля на рослинні олії при їх очищенні після отримання. За допомогою представленого математичного опису можна розрахувати оптимальний час обробки рідких рослинних олій незалежно від сировини з якої вони отримані. Представлено експериментальні дослідження даного процесу. Які були проведені з метою інтенсифікації та збільшення виділення кількості фосфоровмісних речовин, жирних кислот, восків та інших супутніх речовин. При змінній інтенсивності, на різних частотах ультразвуку та декількох видах соняшникової олії. Отримані результати експериментальних досліджень підтвердили позитивні очікування. Наведено графічний матеріал, який описує фізичний експеримент. Результатом чого є отримання технологічних параметрів використання ультразвукового поля при яких досягається оптимальний ефект по видаленню зважених речовин і відповідно відбувається інтенсифікація процесу фільтрації. При цих умовах отримана олія високої якості, яка відповідає згідно ДСТУ – олія гідратована виморожена вищого татунку. Без проведення процесу гідратації та обробки низькими температурами. Це приводить до скорочення енерговитрат та кількості обладнання при процесі очистки олії. Погрішність теоретичного та практичного експерименту не перебільшує 10 відсотків. В порівнянні зі звичайною фільтрацією, при обробці ультразвуковим полем видалення домішок збільшилось на 12 %.

Ключові слова: *ультразвукове поле, соняшникова олія, осад, магнітострикційний випромінювач, інтенсифікація процесу очистки.*

Вступ. Масложировою промисловістю випускається широкий асортимент жирних продуктів. Найбільш вагому частину цієї продукції складають рослинні олії. Порівняно з іншими продуктами олії мають найвищу калорійність і є, перш за все, основним джерелом енергії. Енергетичні витрати людини забезпечуються за рахунок жирів приблизно на 33 %. При оцінці якості рослинної олії по фізико-хімічним показникам найбільш важливими являються: колірне число, кислотне число, масова частка вологи і летючих речовин, масова

частка фосфоровмісних речовин [1 - 3].

Лева частка всіх показників якості припадає на процес очищення. Отож чим краще очищена олія – тим вона якісніша. Застосування фізичних методів для очищення рідин має певні переваги, які полягають в малих енерговитратах, екологічності, малому гідравлічному опорі апаратів. З огляду на це, перспективним напрямком є вдосконалення на основі чинного обладнання, комплексної очистки олій. Використовуючи фізичні поля, які забезпечують підвищення коагуляції супутніх речовин, в результаті чого полегшується їх видалення з олій та отримання готового продукту високої якості.

Аналіз літературних джерел та постановка проблеми. В роботі [4] запропонована ефективна технологія і машинно-апаратна схема очищення фосфатидного концентрату рослинної олії магніто-акустичним способом. Показано, що обробка ультразвуковим полем і пульсуючим магнітним полем забезпечує отримання високоякісного лецитінотримуючого продукту. Цим самим автори доводять, що позитивний вплив ультразвукового поля на фосфороутримуючі речовини дійсно існує.

Але в роботі [4] не висвітлюється його вплив на інші супутні речовини. Причиною цього можуть бути вузький спектр наукових пошуків. У роботі [5–6] проведене дослідження було спрямоване на відбілювання оливкової та соняшникової олій з використанням звичайних і ультразвукових методів. Порівнювалися якісні та кількісні характеристики вибілених олій. Зроблено висновок, що процес ультразвукового відбілювання можна розглядати як альтернативний метод для звичайного способу відбілювання, оскільки він може знизити час і температуру процесу відбілювання. Однак відбілювання олій знаходиться у кінці технологічної схеми процесу рафінації. Йому передують ряд фізичних та хімічних операцій.

Що безумовно пов'язано з додатковими витратами. В роботі [7] показано дослідження застосування ультразвукових хвиль в поєднанні з фосфорною кислотою для зниження температури і тривалості процесу дегумування, тому отримані результати порівнювалися з загальноприйнятими методами. Отже, сиру соєву і соняшкову олії дегумували в присутності кислоти в ультразвуковій ванні. Згідно з отриманими даними, при використанні ультразвукових хвиль, необхідна температура і час процесу були зменшені. Крім того, введений спосіб не зробив істотного впливу на жирнокислотний склад олій і може бути використаний в якості альтернативного методу для дегумування рослинних олій.

В роботах [8–10] наведені результати лабораторних і промислових випробувань застосування проточного хвильового генератора. При цьому не гідратовану соєву олію в присутності невеликої кількості реагенту для гідратації можна швидко гідратувати з використанням ультразвукової акустичної обробки. Дані досліди проводились у розрізі обробки ультразвуковими хвилями при процесі гідратації, з метою виділення фосфолипідів. А це передбачає собою, що олія вже пройшла механічну очистку, тобто присутні додаткові операції. Крім того в наведених наукових працях [7 – 10] використовуються різного роду реагенти, які мають хімічний

вплив на олію. Все це приводить до додаткових матеріальних та енергетичних витрат.

Одним з варіантів усунення даних негативних факторів є використання ультразвукової обробки при первинній очистці рослинних олій, а саме при фільтруванні. Саме цей метод використовувалось у роботі [11], проте досліди в ній проводились в статичному стані з використанням інерційних сил при фільтрації олії. Що приводить к уповільненню протікання процесу, тим самим збільшується час фільтрації.

Все це дозволяє стверджувати, що доцільним є проведення дослідів очистки соняшникової олії фільтруванням з використанням ультразвукових коливань в динамічному стані. Тобто коли олія проходить через фільтруючий елемент під тиском. За допомогою проведення цих дослідів можна визначити параметри поля при яких буде інтенсифіковано процес очистки та зменшені витрати відповідно вже існуючих досліджень.

Ціль та задачі дослідження. Метою дослідження є визначення технологічних параметрів ультразвукової обробки сировини шляхом проведення аналітичного та експериментального моделювання процесу очищення соняшникової олії під дією ультразвукового поля. Для досягнення мети, були поставлені такі завдання:

1. Розробити математичний опис процесу очищення соняшникової олії під дією ультразвукового поля.

2. Створити конструкцію експериментальної установки з ультразвуковим генератором.

3. Розробити методику визначення ефективної полоси частот ультразвуку, потужності випромінювання ультразвуку та часу очищення рослинних олій.

4. Провести експериментальні дослідження процесу очищення соняшникової олії, отримати базу експериментальних даних, узагальнити експериментальні дані.

Результати досліджень. Технологічна модель очистки соняшникової олії фізичними методами включає в себе використання ультразвукового поля з метою інтенсифікації процесу очистки. Відомо, що при збільшенні частот довжина хвилі ультразвуку наближається до величини, порівнянної з міжмолекулярними відстанями, що впливає на структуру та енергетику середовища, а отже змінює її фізико-механічні властивості. Тому цілю нашого математичного опису є визначення зміни загального стану рідкого середовища під впливом ультразвукових хвиль. Ці зміни поширюються в просторі нерівномірно, тому що інтенсивність ультразвукових хвиль зменшується внаслідок поглинання в середовищі за показовим законом. Так виникає проблема неоднорідності оброблюваного ультразвуком матеріалу, що вирішується оптимальним розташуванням джерела ультразвуку відповідно до форми та розмірів робочого простору, а також вибором оптимального часу дії ультразвуку.

Акустичні хвилі в рідинах характеризуються скалярним потенціалом Φ швидкостей \bar{V} коливального руху часток середовища ($\bar{V} = grad\Phi$).

Оптимізацію вібраційної обробки за допомогою ультразвуку можна науково обґрунтувати, якщо знати закон коливання в кожній крапці робочого простору. Такі завдання вирішуються методами математичної фізики на основі хвильового рівняння

$$\Delta^2 \Phi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

де c - швидкість розповсюдження хвилі

Джерелами ультразвукових коливань, що використовуються під час обробки, служать п'єзоелектричні й магнітострикційні перетворювачі. Формальний опис джерела коливань виробляється на моделі циліндричного стрижня певної довжини (l), у якого один кінець закріплений, а інший підданий дії обурюючої гармонійної сили. Розглянемо моделі поперечних і поздовжніх коливань.

Отже, віссесиметрична задача поширення ультразвуку представляється функцією

$$\phi(r, z, t) = G(r)H(z)T(t),$$

яка визначається рішенням трьох рівнянь:

$$\frac{d^2 G}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dG}{dr} + K^2 G = 0,$$

$$\frac{d^2 H}{dz^2} + (K^2 + \lambda^2) H = 0, \quad (2)$$

$$\frac{d^2 T}{dt^2} + (\lambda c)^2 = 0.$$

Перше рівняння (2) є рівнянням Бесселя, у якого загальне рішення можна записати у вигляді

$$G(r) = AI_0(kr) + BN_0(kr),$$

де $I_0(x)$ – функція Бесселя, $N_0(x)$ – функція Неймана.

Тому що при $r = 0$ маємо $N_0(kr) = \infty$, то коефіцієнт B повинен рівнятися нулю. Тому

$$G(r) = AI_0(kr), \quad (0 \leq r \leq R).$$

Існує нескінченна безліч власних чисел $\mu_n = K_n^2 m$, і власних функцій $I_0(K_n r)$, попарно ортогональних з вагою r на інтервалі $[0, R]$. Власні числа визначаються з умови

$$I_0(K_n r) = 0,$$

$$K_n = \alpha_n / R,$$

де α_n – позитивний корінь нульової функції Бесселя. Внаслідок її парності розглядаємо тільки позитивні корні.

Тепер загальне рішення віссесиметричної задачі приймає вигляд

$$\phi(r, z, t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n I_0(K_n r) \left(\sin \sqrt{\lambda_n^2 + K_n^2 z} \right) \sin K_n c t, \quad (3)$$

де $b_n = a_n, c_n$, а координата z безрозмірна.

Пошук невідомих коефіцієнтів формули (3) істотно спрощується, якщо в крайовій умові при $x = z = l$ зневажити першою складовою, яка дуже мала при великих значеннях частот ω . Порівнюючи складові сум при $r = 0$ й $z = l$, одержимо

$$b_n = (-1)^{n-1} \frac{2\alpha\omega}{El\gamma_n},$$

$$\lambda_n = \sqrt{\frac{1}{l} \arcsin \frac{\sin \gamma_n l}{\omega^2 - \alpha^2 \gamma_n^2}}. \quad (4)$$

Рішення (3, 4) містить модуль пружності вібратора та швидкість поширення хвиль пружності в його матеріалі, а також швидкість поширення ультразвуку в рослинній олії. Геометричні параметри h, l і R ємності з рослинним маслом варто вибирати залежно від критерію оптимальності відповідно до вимоги технології обробки ультразвуком, у який оптимальний час можна знаходити, використовуючи функцію $\phi(r, z, t)$. Існування оптимального часу обробки рослинної олії можна пояснити тим, що дія ультразвуку: викликає коагуляцію дрібних твердих часток; викликає здрібнювання твердих часток. Завдяки тому, що здрібнювання та коагуляція протилежні за результатами їхньої дії, обробка ультразвуком зважених у соняшникової олії часток має оптимальний час дії. Функція

$\phi(r, z, t)$ визначає амплітуди швидкості й прискорення коливального руху часток рослинної олії так, що амплітуда тиску в ультразвукових хвилях приводить до утворення, а також зникненню розривів суцільності – явищу кавітації. Зникнення цих розривів, що мають вид дрібних пухирців, супроводжується імпульсами зростання тиску, що викликає дію, яка дробить, наслідком чого відбувається руйнування твердих тіл, живих організмів і великих молекул. Тривалість таких імпульсів визначається електральною щільністю функції $\phi(r, z, t)$.

Об'ємна щільність енергії ультразвукових хвиль також виражається через функцію $\phi(r, z, t)$:

$$L = \frac{\rho}{2} \left[(\text{grad}\phi)^2 + \frac{1}{c^2} \left(\frac{\partial\phi}{\partial t} \right)^2 \right], \quad (5)$$

де L - об'ємна щільність енергії, ϕ - скалярний потенціал.

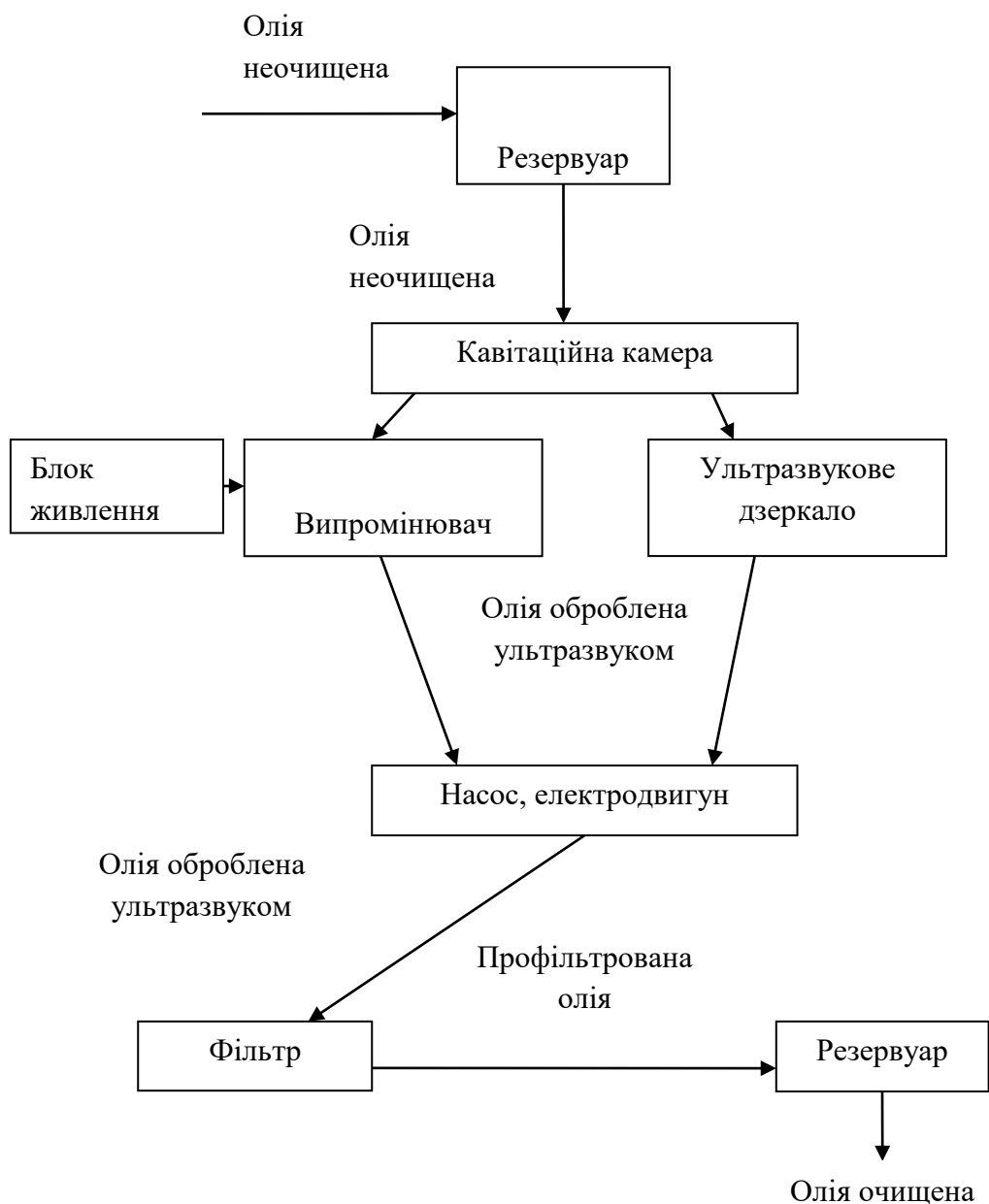


Рис. 1. Схема очищення соняшникової олії із застосуванням ультразвукових хвиль.

Таким чином, методика обробки ультразвуком містить наукові основи дослідження: аналітичне визначення скалярного потенціалу $\phi(r, z, t)$; обчислення об'ємної щільності енергії.

Обробка ультразвуком здійснюється розподілом енергії пружних хвиль в обсязі робочого простору, де в кожній крапці пульсує величина об'ємної щільності енергії. Такі пульсації мають певний спектр частот, що залежить від гармонійного коливання вібратора.

Отже, методика обробки ультразвуком починається з вибору амплітуди та частоти коливань вібратора, а закінчується обчисленням щільності енергії на основі аналітичного подання скалярного потенціалу [12]. Була створена експериментальна установка для очищення олії з використанням

ультразвукового поля яка представлена на рис. 1. В якості робочого елемента для утворення ультразвуку використовувався магнітострикційний випромінювач. Дана установка передбачає використання відповідного обладнання для проведення процесу фільтрації під тиском.

Виходячи з аналізу літературних джерел установки які використовувались раніше для проведення дослідів вданому напрямку передбачали фільтрування за допомогою інерційних сил. Це говорить про відміну створеної експериментальної установки від існуючих раніше [13]. Технологічна схема являє собою наступне.

Апарат складається з первинного резервуару із заслінкою, який з'єднаний трубопроводом з «кавітаційною камерою» (так як в ній проходить процес кавітації, то назвали її кавітаційною камерою). В якій розміщено отвір для подачі сировини, а по середині знаходиться ультразвуковий випромінювач. В нижній частині розміщене так зване «ультразвукове дзеркало». «Кавітаційна камера» з'єднана трубопроводом з шестеренчастим насосом, який приводиться в дію через жорстке щеплення з електродвигуном. Насос з'єднаний трубопроводом з фільтром, який в свою чергу з'єднаний з резервуаром готової продукції. Технічна характеристика апарату. Апарат може працювати в опалювальних приміщеннях при температурах від 5 до 60°C, та вологості повітря до 80 %.

Номинальна продуктивність апарату – 2100 см³/год.

Номинальна швидкість олії – 0,2 м/с.

Максимальна потужність в вібраторі – 1,4 кВт.

Максимальний струм апарату (ефективний) – 28 А.

Максимальне споживання електроенергії 500 Вт.

Габарити: довжина – 600 мм., висота 700 мм.

Маса не більше – 15 кг.

Блок живлення (генератор). Транзисторний. Виконаний окремим вузлом. Може встановлюватись окремо від установки. Призначений для роботи в сухих приміщеннях, при температурі повітря 15 - 35°C, і вологості повітря не більше 80 %. Напруга мережі живлення – 220 В. Діапазон регулювання частот – 17 – 320 КГц. Діапазон регулювання амплітуди – 5 – 50 В. Ширина – 650 мм. Довжина – 350 мм. Висота – 175 мм. Маса не більше – 10 кг. Методика експериментального визначення параметрів ультразвукових хвиль полягала в наступному. Первинний резервуар наповнюється відпресованою не фільтрованою, частково відстояною соняшниковою олією. В фільтр вставляється попередньо зважений фільтруючий елемент. Ультразвуковий генератор налаштовується на потрібну частоту. Таймер виставляється на потрібний час. Підготовлюється ємність для кінцевого продукту. Вмикається осцилограф для замірів напруги, який під'єднується до виходу генератора. Туди ж під'єднується і випромінювач ультразвуку. Відкривши заслінку соняшникова олія своєю вагою та з допомогою сили тяжіння, потрапляє до кавітаційної камери. Вмикається ультразвуковий генератор і протягом заданого часу олія обробляється ультразвуковими коливаннями. „Ультразвукове дзеркало” відбиває та направляє ультразвукові хвилі для підвищення ККД опромінення.

Далі генератор вимикається і вмикається електродвигун. Соняшникова олія, шестеренчастим насосом перекачується до фільтра і під тиском $<0,2$ МПа профільтровується. Після фільтра масло потрапляє до резервуару готової продукції. Фільтр розбирається і фільтрувальний елемент зважується. Насос приводиться в дію від електродвигуна. Електродвигун працює із заданою періодичністю і керується натисканням на кнопку. Фільтр багаторазового використання із змінним фільтруючим елементом (бельтинг – тканина). Реструктуризація середовища при ультразвуковій кавітації досягається адіабатичним стисканням пустот і утворенням режиму низькотемпературної плазми при захопленні кавітаційних мікропузирків [14]. Значення інтенсивності акустичного поля в середовищі суттєво залежить від його початкового стану. Якщо система знаходиться в стані близькому до термодинамічної нестійкості (метастабільний стан), то зовнішній вплив, навіть невеликої інтенсивності здатний привести її в якісно новий стан. Система переходить в стан нестійкості тоді, коли значення будь-якого характеризуючого параметра (тиск, температура) близьке до критичного. Такий режим сприяє зруйнуванню макромолекул домішок, забруднюючих речовину, і живих організмів. Під час проведення кожного експерименту знімалися такі показники: – Покази осцилографа: а) заміри напруги на клеммах виходу генератора (напруга на вібраторі); б) заміри напруги на додаткових клеммах генератора. На них встановлений резистор із опором 0.05 Ом. А знаючи напругу і опір, по закону Ома, отримуємо силу тока (ток на вібраторі); в) заміри довжини періоду (частота ультразвуку): Покази датчика тиску на виході шестеренчастого насосу; покази шкали навантаження, на конденсатори; заміри виходу готового продукту; заміри часу обробки ультразвуком; заміри електронних вагів до і після фільтрації. Досліди проводились із зміною таких показників: Частота ультразвукових коливань $24 - 130$ КГц; потужність в вібраторі $130 - 1400$ Вт; час обробки ультразвуком $0,5 - 10$ хв; зміна виду олії; види вібраторів: плоскі, круглі - різні діаметри ($8-10$ мм.), овальні. Досліди проводились в опалювальному приміщенні, при хорошому освітленні та наявності вентиляції. У ході проведення експериментальних досліджень впливу ультразвуку на процес очищення олії було визначено: Температура фільтрації олії при зміні частоти ультразвукових коливань випромінювача, що представлено на рис. 2; кількість осаду при потужності опромінювача $1,3$ кВт, та різної температурі олії, що представлено на рис. 3; кількість осаду отриманого при фільтрації олії з використанням ультразвуку та без його використання, що представлено на рис. 4; кількість осаду за 200 секунд фільтрації при температурі олії 55 °С та зміні потужності ультразвукових коливань, що представлено на рис. 5; кількість осаду за 200 секунд фільтрації та зміні температури олії, що представлено на рис. 6.

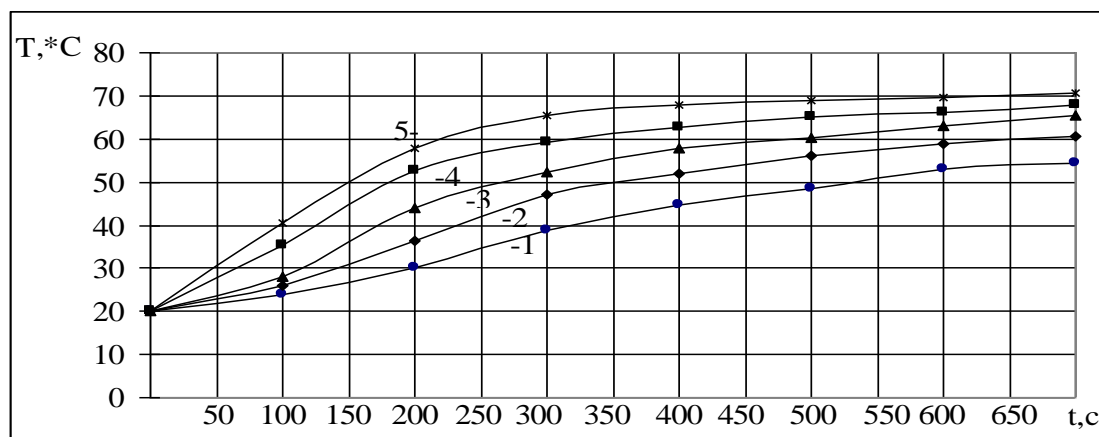


Рис. 2. Визначення температури фільтрації олії при зміні частоти ультразвукових коливань опромінювача: 1 – 24 кГц, 2 – 50 кГц, 3 – 75 кГц, 4 – 115 кГц, 5 – 130 кГц.

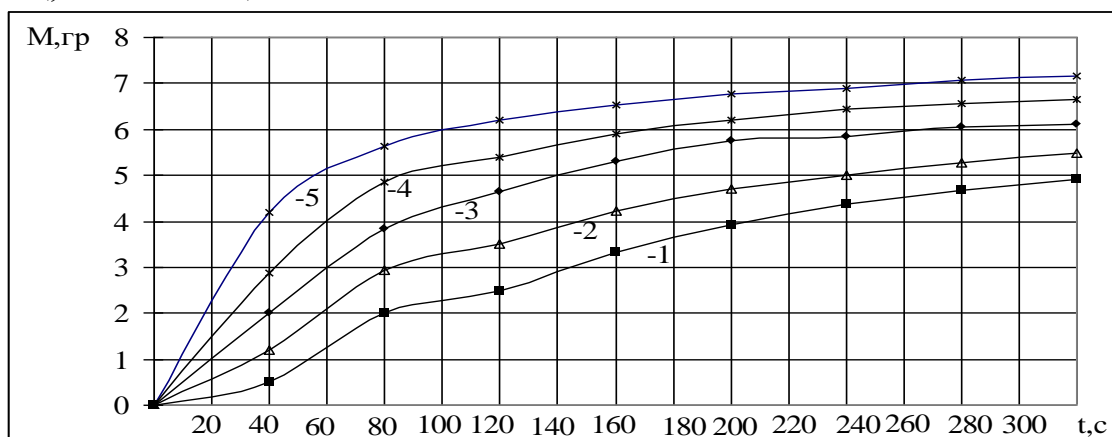


Рис. 3. Визначення кількості осаду при потужності опромінювача 1,3 кВт, та різній температурі олії: 1 – 20 °С, 2 – 30 °С, 3 – 40 °С, 4 – 50 °С, 5 – 60 °С, частота ультразвукових коливань опромінювача 120 кГц.

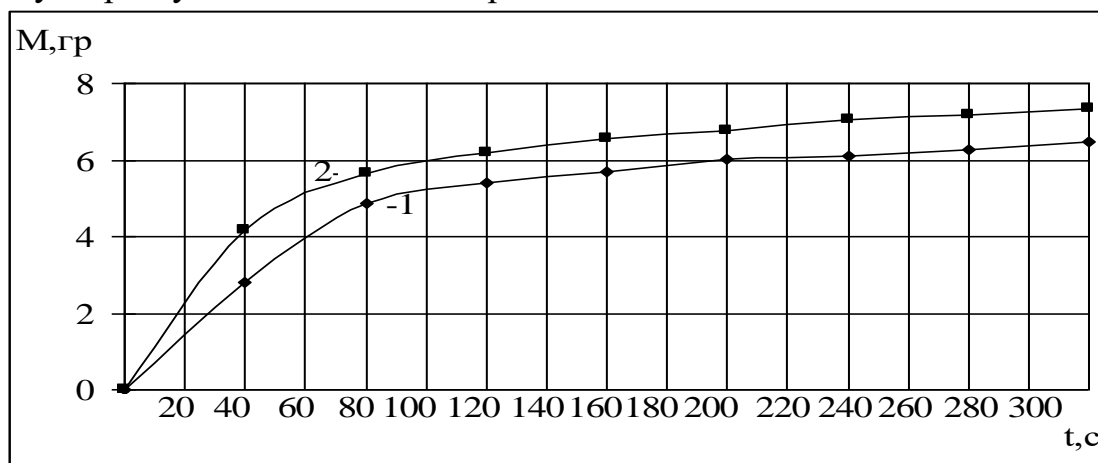


Рис. 4. Порівняльний аналіз отримання кількості осаду: 1 – без використання ультразвукових коливань, температура фільтрації олії 55 °С; 2 – з використанням ультразвукових коливань.
Режим обробки ультразвуком: температура олії 55 °С, потужність ультразвукових коливань 1,3 кВт, частота ультразвукових коливань 120 кГц.

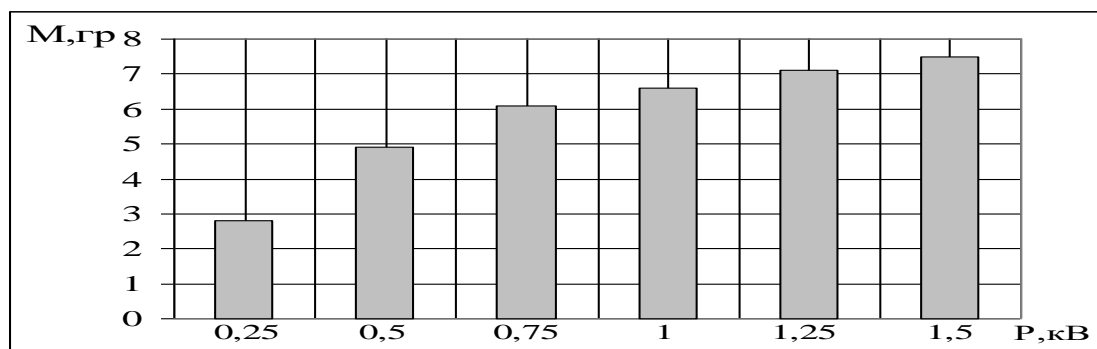


Рис. 5. Визначення кількості осаду за 200 секунд фільтрації при температурі олії 55 °С та зміні потужності ультразвукових коливань.

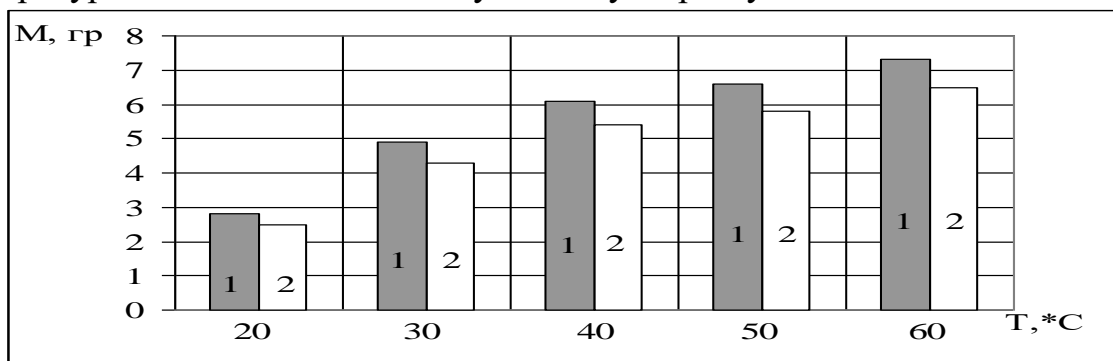


Рис. 6. Визначення кількості осаду за 200 секунд фільтрації та зміні температури олії: 1 – потужність ультразвукових коливань 1,3 кВт; 2 – без використання ультразвукових коливань.

Аналізуючи отримані експериментальні дані визначення температури фільтрації олії при зміні частоти ультразвукових коливань бачимо збільшення температури олії в часі при збільшенні випромінювання ультразвукових хвиль. Це можна пояснити, що при поглинанні ультразвуку у рідинному середовищі відбувається перетворення акустичної енергії в теплову. З сімейства кривих видно що, час нагріву при частоті ультразвукових коливань 24 кГц в три рази більше ніж при 130 кГц. Однак різниця нагріву в діапазоні 115 – 130 кГц незначна. Тому визначаємо раціональну частоту коливань 120 кГц. Що стосується визначення кількості осаду за певний час фільтрації при визначеній частоті ультразвукових коливань, бачимо збільшення кількості осаду в часі при збільшенні температури. Так при температурі 20 °С кількість отриманого осаду у півтора рази менше ніж при температурі 60 °С – за однаковий час фільтрації олії. Порівняльний аналіз різниці кількості отриманого осаду при температурі фільтрації 55 °С без використання ультразвукових коливань та з його використанням склав 10 % на користь ультразвуку. При змінній потужності опромінення, також бачимо залежність збільшення видалення осаду при збільшенні потужності ультразвукових коливань. Таким чином, в досліджуваному діапазоні підвищення частоти ультразвукової обробки призводить до підвищення маси осаду, яке підпорядковується лінійному закону. $M = a + b * f$ (6)

де $a = 6,79$ кг - вихід осаду при відсутності обробки; $b = 0,008$ кг / кГц - ступінь впливу частоти.

Залежність отримана як результуюча непрямого впливу ультразвуку на масу осаду через температуру олії наведена на рис. 8.

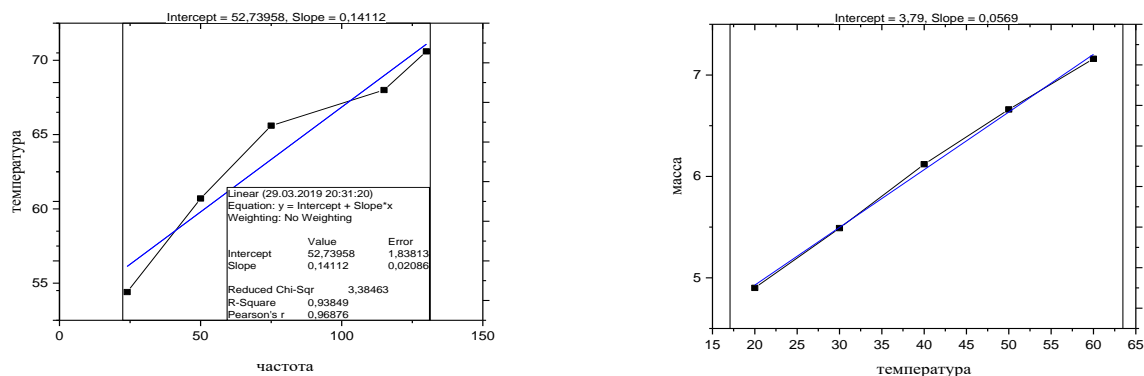


Рис. 7. Непрямий вплив ультразвуку на масу осаду через температуру олії.

При змінній потужності опромінення, також бачимо залежність збільшення видалення осаду при збільшенні потужності ультразвукових коливань. Вплив потужності характеризується нелінійністю і носить асимптотичний характер рис.5. $M = a - b * c^{P/P_0}$ (7)

$a = 15.14$ кг; $b = 8,35$ кг; $a - b$ = вихід осаду при відсутності обробки;

$b = 0,12$; $P_0 = 1$ кВт - базова потужність.

В діапазоні 0,25 – 1,5 кВт кількість осаду збільшилась більш ніж в два рази. Але збільшення отримання осаду у діапазонах 1 – 1,5 кВт змінюються не значно, тому приймаємо раціональну потужність коливань 1,3 кВт. Використовуючи отримані данні з урахуванням визначених ефективних параметрів впливу ультразвукових коливань приймаємо час фільтрації 200 с. Прийнятого часу достатньо для видалення максимальної кількості осаду при раціональних енерговитратах. Наведені експериментальні дослідження (рис. 2–7) свідчать, що при використанні ультразвукових хвиль в процесі фільтрації соняшникової олії є збільшення кількості видаленого осаду та скорочення часу проведення процесу.

Висновки. В ході наукових пошуків створено математичний опис впливу ультразвуку на процес очистки соняшникової олії, який дає змогу визначати оптимальний час обробки перед фільтруванням. Розроблено конструкцію та створено експериментальну установку очищення олії з використанням ультразвукового магнітострикційного випромінювача. Наведена методика визначення ефективної полоси частот ультразвуку, потужності випромінювання ультразвуку та часу обробки соняшникової олії. Базу експериментальних даних узагальнено у вигляді апроксимаційних залежностей –6, 7. Визначені рекомендовані технологічні параметри при яких спостерігається інтенсифікація процесу очистки соняшникової олії за допомогою використання ультразвукових хвиль.

ЛІТЕРАТУРА

1. Van Duijn G. Oils and Fats [Text] // Food safety management: a practical guide for the food industry. –2013. –Р.325–345.
2. Жири и масла. Производство, состав и свойства, применение. / Р. О'Брайен: пер. с англ. 2-го изд. В. Д. Широкова, Д. А. Бабейкеной, Н. С. Селивановой, Н. В. Маглы – СПб: Профессия, 2007. – 752 с.
3. Hamm W. Edible oil processing [Text] / W.Hamm, Richard J.Hamilton, G.Calliauw. –Chicester, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2013. –342p.
4. Шестакова Е.А, Верболоз Е.И., Антуфьев В.Т. Магнито-акустическая интенсификация процесса очистки фосфатидного концентрата // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 2. С. 24–29.
5. The Effect of Ultrasonic Waves in Bleaching of Olive and Sunflower Oils and Comparison with Conventional Bleaching // R. Abbasi, M. Ghavami, M. Gharachorloo, H. Mahmood-Fashandi. Journal of Food Processing and Preservation. 2016. №1, P. 25–34.
6. Asgari S., Sahari M. A., Barzegar M. Practical modeling and optimization of ultrasound-assisted bleaching of olive oil using hybrid artificial neural network-genetic algorithm technique - Computers and Electronics in Agriculture. – 2017 – P. 15-23.
7. H. Mahmood-Fashandi, M. Ghavami, M. Gharachorloo, R. Abbasi, A. Khaneghah. Using of Ultrasonic in Degumming of Soybean and Sunflower Seed Oils: Comparison with the Conventional Degumming // H. Mahmood-Fashandi, M. Ghavami, M. Gharachorloo, R. Abbasi, A. Khaneghah. Journal of Food Processing and Preservation. 2017. №1, P. 41-50
8. И .Г. Устенко, Н.Б. Юшков. Волновая технология очистки, рафинации и депарафинации растительных масел // Международная научная конференция «Колебания и волны в механических системах»: сб. тез. док./ Москва ИМАШ РАН. - 2012. - С.28-29
9. Шмырков О.В., Юшков Н.Б., Кормилицын В.И. Исследования характеристик плоского волнового генератора проточного типа с различными телами обтекания // М.: Инженерный журнал. Справочник. - 2013. - №2. - С.12-21
10. R.Gordon, I.Gorodnitsky, V.Grishko “Method for cavitation-assisted refining, degumming and dewaxing of oil and fat”, US Patent Application Publication No.: US2009/0314688A1, 2009 г.
11. С. А. Бредихин, Ф. Я. Рудик, М. С. Тулеева. Фильтрование подсолнечного масла в поле виброакустического воздействия. // Весник ВГУИТ – 2017. – №1 с. 22–27.
12. Осадчук П. І., Дударев І. І. Формування технології очистки рослинної олії в умовах міні-цехів. Збірник наукових праць, ОНАХТ. Випуск 1 том 82 – Одеса, 2018. - С. 99-103.
13. Osadchuk P. I. Introduction of magnetic hydrodynamic resonators when cleaning vegetable oils. Аграрний вісник причорномор'я. Технічні науки. Вип.85. Одеса, 2017 – С.96–100.
14. Осадчук П. І. Теоретичні основи технології очищення рослинних олій.

Наукові праці ОНАХТ, Випуск 37 - 2010 р. – С.135–139.

ПЕРВИЧНАЯ ОЧИСТКА ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА В ПОЛЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ.

Осадчук П.

Рассматривается возможность и перспективы использования физических полей на процесс очистки подсолнечного масла. Проведен анализ существующих исследований использования обработки ультразвуковыми волнами жидкостных пищевых продуктов. В разрезе влияния протекания процесса разделения между двумя или несколькими неоднородными средами в системах жидкость – жидкость и жидкость - твердое тело. Разработана математическая модель описывающая процесс влияния данного физического поля на растительные масла при их очистке после получения. С помощью представленного математического описания можно рассчитать оптимальное время обработки жидких растительных масел независимо от сырья, из которого они получены. Представлены экспериментальные исследования данного процесса. Которые были проведены с целью интенсификации и увеличения выделения количества фосфорсодержащих веществ, жирных кислот, восков и других сопутствующих веществ. При переменной интенсивности, на разных частотах ультразвука и нескольких видах подсолнечного масла. Полученные результаты экспериментальных исследований подтвердили положительные ожидания. Приведенный графический материал, который описывает физический эксперимент. Результатом чего является получение технологических параметров использования ультразвукового поля, при которых достигается оптимальный эффект по удалению взвешенных веществ и соответственно происходит интенсификация процесса фильтрации. При этих условиях получено масло высокого качества, которое соответствует по ГОСТ – масло гидратированное вымороженное высшего сорта. Без проведения процесса гидратации и обработки низкими температурами. Это приводит к сокращению энергозатрат и количества оборудования при процессе очистки масла. Погрешность теоретического и практического эксперимента не превышает 10 процентов. По сравнению с обычной фильтрацией, при обработке ультразвуковым полем удаления примесей увеличилось на 12 %.

Ключевые слова: *ультразвуковое поле, подсолнечное масло, осадок, магнитострикционный излучатель, интенсификация процесса очистки*

PRIMARY CLEANING OF SUNFLOWER OIL IN THE FIELD OF VIBROACOUSTIC ACTION

Osadchuk P.

The possibility and prospects of using physical fields for the process of sunflower oil cleaning are considered. An analysis of existing studies on the use of ultrasonic wave processing of liquid food products has been carried out. In the context of the influence of the process of separation between two or more inhomogeneous media in systems, liquid-liquid and liquid-solids. The mathematical

model describing the process of the influence of this physical field on vegetable oils during their purification after obtaining is developed. With the help of the presented mathematical description, it is possible to calculate the optimum time for processing liquid vegetable oils regardless of the raw material from which they are obtained. Experimental studies of this process are presented. Which were conducted with the aim of intensifying and increasing the release of phosphorus-containing substances, fatty acids, waxes and other concomitant substances. With varying intensity, at different frequencies of ultrasound and several types of sunflower oil. The results of experimental studies confirmed positive expectations. This graphic material describes the physical experiment. The result is the production of technological parameters for using the ultrasonic field at which the optimum effect on the removal of suspended substances is achieved and, accordingly, the intensification of the filtration process takes place. Under these conditions, high quality oil was obtained, which corresponds to GOST - hydrated ice cream of the highest grade. Without carrying out the process of hydration and treatment with low temperatures. This leads to a reduction in energy consumption and the amount of equipment in the process of cleaning the oil. The error of the theoretical and practical experiment does not exceed 10 percent. Compared to conventional filtration, the extraction of impurities increased by 12% when treated with an ultrasonic field.

Key words: *ultrasonic field, sunflower oil, sludge, magnetostrictive emitter, intensification of the purification process.*