

властивостей діелектричних суспензій / І. П. Назаренко // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наук. фах. видання. – Мелітополь: ТДАТУ, 2011. – Вип. 11, т. 4: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Актуальні питання енергетики і прикладної біофізики в агровиробництві». – С. 167–175.

Аннотація

«ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ»

В статье представлены результаты экспериментальных исследований электрофизических свойств диэлектрических суспензий на примере подсолнечного масла. Определены диэлектрическая проницаемость и удельная электропроводность вещества дисперсной фазы без извлечения частиц из среды.

УДК 637.134

ЕФЕКТИВНІСТЬ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ МОЛОКА В ПУЛЬСАЦІЙНОМУ АПАРАТІ З ВІБРУЮЧИМ РОТОРОМ

Самойчук К.О. к.т.н., доц. Івженко А.О., інженер
(Таврійський державний агротехнологічний університет)

У статті для визначення ефективності гомогенізації молока в пульсаційному апараті з вібруючим ротором введений показник, який враховує ступінь подрібнення жирової фази та питомі енерговитрати. В результаті аналізу цього показника досліджено вплив основних факторів: діаметру ротора, частоти обертання, кількості отворів і амплітуди вібрації ротора на енергоефективність апарату.

Постановка задачі. Роторний-пульсаційні апарати набувають широкого розповсюдження в сучасних апаратурних схемах у хімічній, фармацевтичній, харчовій, переробній і інших галузях промисловості. Вони призначені для інтенсифікації процесів змішування, емульгування та диспергування емульсій і суспензій завдяки створенню високих напруг зсуву, пульсуючих тисків, кавітаційному впливу, гідроударній дії та високій турбулентності [1]. Останні

дослідження показують, що різновид роторно-пульсаційних апаратів - пульсаційні апарати з вібруючим ротором (ПА з ВР) здатні замінити клапанні гомогенізатори в технологічних лініях переробки молока [1]. ПА з ВР складається коаксіально розташованих статора і ротора з отворами, причому останній створює коливання вздовж вісі обертання з частотою до 50 Гц. Диспергування молочної емульсії в такому апараті відбувається за рахунок створення різниці швидкості між жировими кульками та плазмою молока що їх оточує (швидкості ковзання жирової кульки), і оцінюється критерієм Вебера [2]. При обертанні ротора його отвори періодично збігаються з отворами статора, наслідок чого виникають пульсації продукту, який обробляється. Частота вібрацій ротора співпадає з частотою відкриття отворів, внаслідок чого виникає резонанс, який підвищує ефективність диспергування жирової емульсії молока.

Мета досліджень. Авторами розроблена математична модель гомогенізації молока в ПА з ВР, яка дає змогу визначити енерговитрати, продуктивність і якість диспергування. Встановлено, що на ці параметри впливають 10 конструктивно-технологічних незалежних факторів (рис. 1): D – діаметр ротора, м; n_p – частота обертання ротора, об/с; n_k – частота вібрації ротора (обертання кривошипу), об/с; $d_p=d_c=d$ – діаметр отворів ротора і статора, м; z – кількість отворів ротора (дорівнює кількості отворів статора для створення гармонійних однакових пульсацій); l_p, δ, l_c – довжина відповідно ротора, радіального зазору і статора, м; r – радіус кривошипу (визначає амплітуду вібрації ротора), м; h_p – товщина ротора, м.

Внаслідок такої кількості змінних визначити оптимальне їх поєднання для створення достатнього ступеня гомогенізації при мінімізації енерговитрат є складною задачею. Тому метою цієї роботи є визначити раціональні значення параметрів ПА з ВР для досягненні ступеня диспергування молочного жиру не нижче за клапанні гомогенізатори при мінімізації енерговитрат.

Основні матеріали досліджень. Мірою енерговитрат нового устаткування є питомі енерговитрати. Для ПА з ВР питомі енерговитрати знайдемо за відомою формулою

$$E_{\text{лит}} = \frac{P_{\Sigma}}{Q_o}, \quad (1)$$

де P_{Σ} – сумарна потужність ПА з ВР, яка складається з потужності, що витрачається на обертання ротора і на його вібрацію,

Вт;

Q_o – продуктивність апарата, кг/с.

Сумарна потужність визначається за формулою [3]

$$P_{\Sigma} = \frac{D^3 n_p^2}{24z} \left(\frac{\rho_m D^3 n_p}{348z(l_p + \delta + l_c)} + \frac{\mu}{\delta} \right) + \frac{4,3 \cdot 10^{-4}}{k} n_k^3 r^2 D^2 (\pi h_p \rho_c + 1,52 \rho_m z^2 r). \quad (2)$$

де ρ_m – густина молока, кг/м³;

μ – динамічний коефіцієнт в'язкості емульсії, Па·с

k – коефіцієнт зменшення потужності при резонансі.

Про проведенні експериментальних досліджень визначено, що потужність вібрації на 20% менше за теоретично розраховану, тобто $k=0,8$.

Продуктивність, виражена у кг/год [4] визначається з виразу

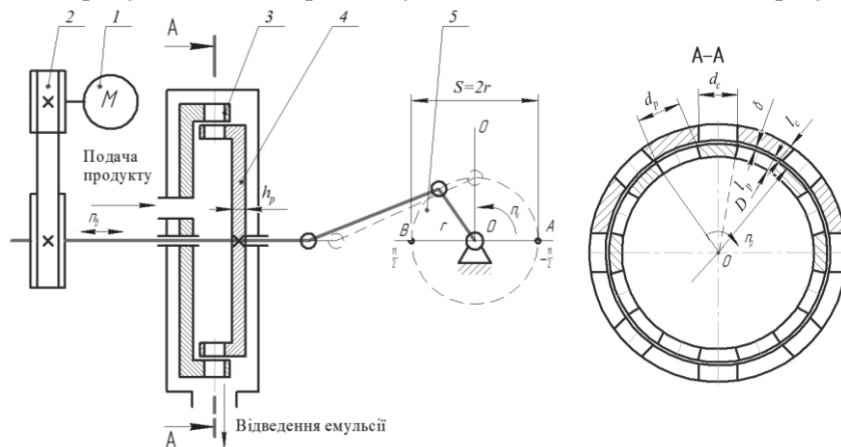


Рис. 1. Схема ПА з ВР: 1 – електродвигун приводу обертання ротора, 2 – гнучка передача приводу обертання ротора, 3 – статор, 4 – ротор, 5 – кривошипний механізм приводу вібрації ротора.

$$Q_o = \frac{D^4 n_p \rho_m}{12,6z^2 (l_p + \delta + l_c)}. \quad (3)$$

Таким чином питомі енерговитрати зростають при збільшенні радіусу кривошипу та товщини ротора, підвищенні частоти обертання ротора та частоти вібрації. Вплив кількості отворів та діаметру ротора є неявним, тому покажемо його графічно на рис.2.

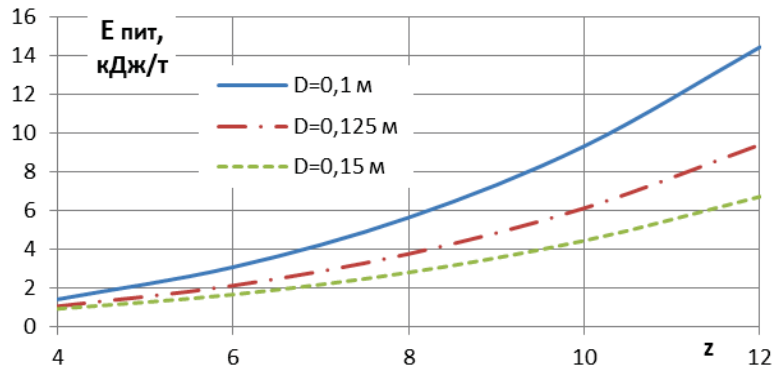


Рис. 2. Графік питомих енерговитрат ПА з ВР в залежності від діаметру ротора та кількості його отворів ($n_k=2880$ об/хв, $r=1$ мм).

Після проведення аналізу формули (1) з урахуванням (2) і (3) та графіку на рис. 2 можна зробити наступні висновки. З точки зору мінімізації питомих енерговитрат, вигідніше використовувати апарат з мінімальною кількістю отворів у роторі та більшим діаметром ротора.

При збільшенні радіусу кривошипу, внаслідок збільшення потужності ПА з ВР та незалежності продуктивності, питомі енерговитрати зростають, отже r необхідно зменшувати.

При збільшенні частоти обертання кривошипу та ротора питомі енерговитрати зростають. Тому необхідно намагатися зменшити частоту обертання ротора при підтриманні необхідного ступеня дисперсності жирової фази молока.

Зазор між ротором та статором, довжина ротора та статора при збільшенні підвищують питомі енерговитрати.

Визначальний вплив на ступінь диспергування молочного жиру справляє швидкість ковзання жирової кульки відносно оточуючої плазми. Визначити швидкість ковзання і перевірити на практиці достовірність отриманих значень практично неможливо. Швидкість ковзання виникає при різких змінах швидкості емульсії за рахунок сил інерції при відмінності густини жирової кульки та плазми. Зміна швидкості оцінюється прискоренням, тому висунута і підтверджена гіпотеза пропорційності швидкості ковзання (а отже і розмірів жирових кульок) до прискорення молочної емульсії [5]

$$d \propto a_c, \quad (4)$$

де a_c – середнє прискорення емульсії в отворах ПА з ВР, м/с²;

d – середній діаметр жирових кульок після гомогенізації, м.

$$a_c = \frac{\pi^3 n_k^2 D^2}{3600 z^2 (l_p + \delta + l_c)} + \frac{n_k^2 \pi^2 r D^2}{30 z \left(\frac{\pi D}{2z} + 8\delta \right)^2}. \quad (5)$$

Для визначення оптимальних параметрів ПА з ВР введемо фактор, який характеризує збільшення прискорення емульсії на 1 кВт/т питомих енерговитрат процесу гомогенізації – ефективність гомогенізації E_ϕ

$$E_\phi = \frac{a}{E_{\text{ном}}}. \quad (6)$$

При збільшенні цього фактору збільшується енергоефективність ПА з ВР. Крім того E_ϕ дає змогу визначити оптимальні параметри ПА з ВР. Частота обертання ротора пов'язана з частотою вібрації для забезпечення резонансу. Діаметр отворів ротора і статора пов'язаний з діаметром ротора та кількістю отворів. Тому основними факторами, вплив яких необхідно дослідити, це кількість отворів, діаметр ротора, частота обертання та радіус кривошипу (що визначає амплітуду вібрації ротора) (рис. 3 і 4).

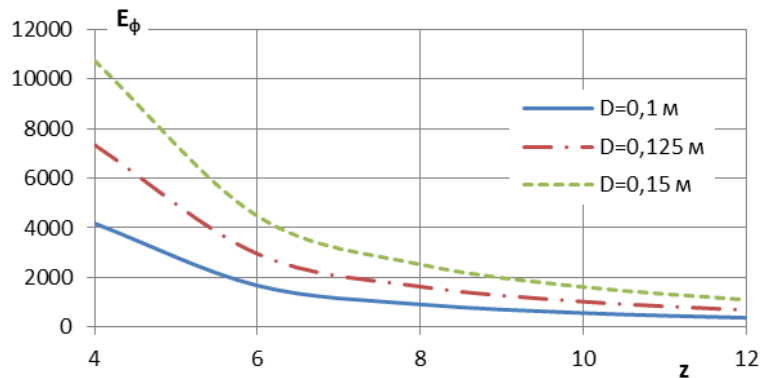


Рис. 3. Графік залежності E_ϕ від діаметру ротора та кількості отворів

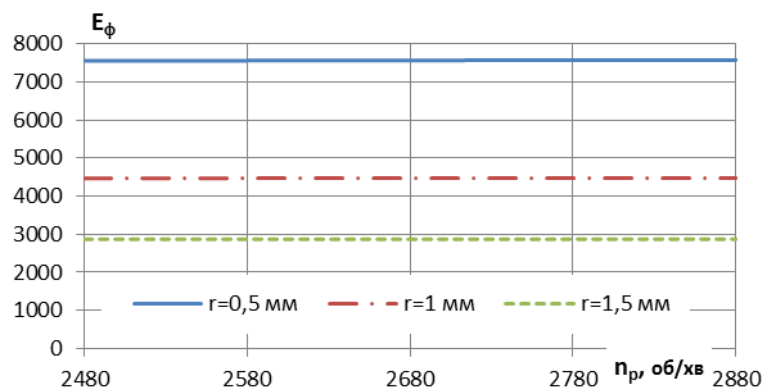


Рис. 4. Графік залежності E_ϕ від радіусу кривошипу та частоти обертання кривошипу.

Висновки. Аналізуючи графіки, можна зробити висновок, що найбільш впливовим фактором на ефективність гомогенізації є кількість отворів в роторі і статорі. При збільшенні їх кількості з 4 до 12 ефективність використання енергії в апараті зменшується в 8–11 разів. Ефективність гомогенізації підвищується при збільшенні діаметра ротора, зменшенні кількості отворів та радіусу кривошипу і не залежить від частоти обертання кривошипу. Отже при проектуванні ПА з ВР для регулювання ступеня диспергування необхідно змінювати частоту вібрації, кількість отворів зробити мінімальним, а амплітуду вібрації і діаметр ротора зменшувати для отримання необхідної продуктивності.

Список літератури

1. Балабудкин, М.А. Роторно-пульсационные аппараты в химико-фармацевтической промышленности / М.А. Балабудкин. - М.: Медицина, 1983.- 160с.
2. Нужин, Е.В., Гладушняк А.К. Гомогенизация и гомогенизаторы / Нужин Е.В. Монография – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.
3. Самойчук К.О. Розрахунок енерговитрат пульсаційного апарата з вібруючим ротором / К.О. Самойчук, А.О. Івженко // Наукові праці Одеської національної академії харчових виробництв : Одеса – 2013.– Вип. 43. – Том 2 С. 133-137.
4. Самойчук К.О. Визначення продуктивності пульсаційного апарату з вібруючим ротором / К.О. Самойчук, А.О. Івженко // Наукові

праці ОНАХТ: Одеса – 2014. – Вип. 45, Т.3 – С. 25 – 30.

5. Самойчук К.О. Механізми диспергування жирової фази в пульсаційному апараті з вібруючим ротором / К.О. Самойчук, А.О. Івженко// Праці ТДАТУ.: Мелітополь – 2013. – Вип.13, Т.7. – С. 11-20.

Abstract

"Milk homogenization efficiency in the pulsation mechanism with a vibrating rotor"

Samoichuk K., Ivzhenko A.

In the article to determine the efficiency of milk homogenization in the pulsation mechanism with a vibrating rotor we introduced the index which takes into account the dispersing degree of the fatty phase and specific power inputs. This index analysis defined the influence of the main factors: rotor diameter, rotation frequency, amount of openings and amplitude of rotor vibration on the efficiency of the mechanism.

УДК 664.653.8

ВПЛИВ ВОЛОГОСТІ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІДКОЇ ПШЕНИЧНОЇ ОПАРИ

Доломакін Ю.Ю., асистент

(Національний університет харчових технологій, Україна, м Київ)

Досліджено вплив вологості на типові структурно-механічні характеристики рідких пшеничних хлібопекарських опар з метою проектування сучасного обладнання для їх приготування. Отримані структурно-механічні характеристики продукту підтверджують значний вплив досліджуваного параметру на його структуру, що в подальшому полегшить роботу по вибору змішуючого пристрою та режимів його роботи, достатніх для того щоб вважати апарат ідеальним змішувачем.

Ключові слова: реологія, віскозиметр, вологість, напруження зсуву, хлібопекарська опара, структурно-механічні характеристики

Створення сучасного обладнання неможливо без точного знання реологічних властивостей опари, їх залежності від численних факторів, основним з яких є вологість були досліджені в багатьох