

ПРОЕКТУВАННЯ ІМПУЛЬСНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

Гвоздєв О.В., к.т.н., доцент

Паляничка Н.О., аспірант

Ляшок І.В., магістрант

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел.(0619) 42-13-06

Анотація - робота присвячена вдосконаленню обладнання для гомогенізації на основі вивчення передового досвіду й розробки методики проектування імпульсного гомогенізатора молока.

Ключові слова - гомогенізація, методика проектування, імпульсний гомогенізатор, молоко, дисперсія

Постановка проблеми. Процес готування однорідних по складу композицій з дисперсних матеріалів шляхом їхньої гомогенізації в апаратах різного типу широко використовується в харчовій і іншій галузях промисловості [1]. У зв'язку з розвитком технологій гомогенізовані компоненти, що застосовують, пред'являються підвищені вимоги до дисперсності кінцевого продукту [2]. Основною технічною проблемою одержання тонкодисперсних емульсій є обмеженість можливостей гомогенізаторів. Тому створення пристроїв і способів одержання тонкодисперсних емульсій з можливістю варіювання дисперсності й високою продуктивністю має підвищену актуальність.

При створенні сумішей для дитячого харчування також реалізується комплексний біотехнологічний підхід до підвищення їх метаболічної функціональності шляхом зменшення розмірів часток дисперсних фаз і наближення їх до аналогічних показників жіночого молока [3]. Велике значення при цьому надавати складу отриманих складних систем, кількісному вмісту й розподілу компонентів, тому що кожний окремо взятий компонент може істотно впливати на якість готового продукту. У цьому зв'язку необхідно подрібнювати жирові включення молочних сумішей для дитячого харчування до розмірів менш 0,5 мкм, тому що жирові частки жіночого молока мають саме такі розміри.

Гомогенізація сприяє поліпшенню смакових характеристик продуктів, тому що зі зменшенням розмірів часток дисперсних фаз збільшується сумарна площа їхньої поверхні. У результаті їхній вплив на смакові рецептори стає більше повним і тривалим і приводить до посилення смакового сприйняття [3]. Таким чином, для поліпшення смакових характеристик продуктів необмежене зменшення розмірів диспергуємих часток також актуально.

Однією з якісних характеристик емульсій є стабільність у часі. Поділ

емульсій на фазі викликано спливанням більш легких часток. Формула С. Стокса, наведена в [2], що зв'язує розміри дисперсних часток і швидкість їхнього спливання, свідчить про доцільність необмеженого зменшення розмірів часток дисперсної фази з метою підвищення стійкості емульсій. Підвищення стабільності емульсій, зокрема молока, також дозволяє уникнути помітних втрат жиру при його транспортуванні й зберіганні у зв'язку з тим, що із часом відбувається поділ фаз відстоюванням і в результаті деяка кількість жиру губиться зі споживчою тарою.

Таким чином, необмежене зменшення розмірів часток дисперсної фази емульсій завжди було й залишається актуальним, але стримується технічними можливостями гомогенізаторів.

Аналіз останніх досліджень. Завдання зменшення розмірів часток дисперсної фази дотепер вирішувалося, в основному, традиційними методами. Для цього змінюються конструктивні параметри клапанних гомогенізаторів, зокрема зменшується висота гомогенізуючої мікрощілини шляхом деформаційного зближення мікронерівностей контактуючих поверхонь. Такий же ефект дає ультразвукове диспергування при підвищених інтенсивностях впливу. Однак, воно не знайшло широкого застосування в молочній промисловості через підвищені енерговитрати [4].

Аналіз патентних джерел показав, що в цей час розробляються пристрої, у яких дроблення часток відбувається по декількох механізмах. Проведене дослідження пристроїв для гомогенізації показує, що вони всі мають обмеження ступеня дисперсності.

Велика кількість робіт спрямована на зменшення розмірів диспергуємих часток дисперсної фази шляхом удосконалювання існуючого обладнання для гомогенізації. Однак, технічні й технологічні рішення по вдосконалюванню гомогенізаторів досягли своєї межі.

Тому вдосконалення обладнання для гомогенізації, можливе тільки на основі вивчення її механізмів, і відбіру тих з них, при яких можливе створення гомогенізатора нового типу, що забезпечує дроблення часток до розмірів менш 0,7...0,3 мкм є актуальним питанням теперішнього часу.

Постановка завдання. Метою даної статті є вдосконалення обладнання для гомогенізації на основі вивчення передового досвіду й розробки методики проектування імпульсного гомогенізатора молока.

Основна частина. Для гомогенізації емульсій застосовується безліч різних апаратів, що розрізняються між собою як за принципом дії, так і по конструктивних параметрах [1,2,4,5,6]. Розмаїтість типів пристроїв для гомогенізації, відсутність теорії їхнього розрахунку й загальноприйнятої класифікації створюють труднощі при розробці нових гомогенізаторів. На наш погляд, класифікувати гомогенізатори необхідно по механізмах дроблення часток. Нами пропонується класифікація пристроїв для гомогенізації, зображена на рис. 1.

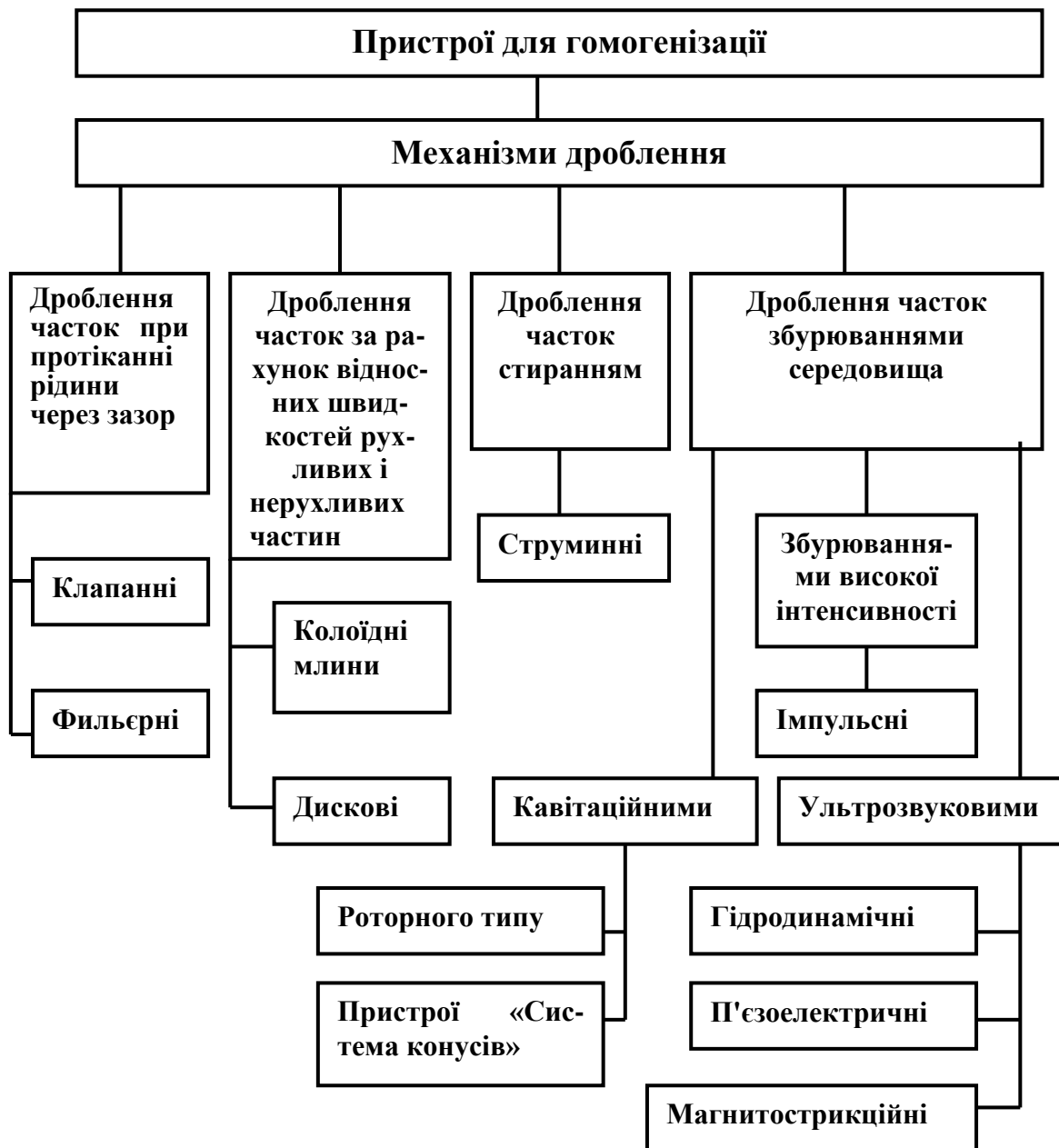


Рис. 1. Класифікація пристроїв для гомогенізації по механізмам дроблення.

Для гомогенізації молока й інших молочних продуктів в основному використовуються клапанні гомогенізуючі пристрої, описані в роботах [1,2,5]. Основними робочими органами гомогенізуючої головки є сідло й клапан, від конструкції яких у відомій мері залежить ступінь дисперсності часток при гомогенізації.

Аналіз клапанних гомогенізаторів показав, що ці пристрої характеризуються значними габаритами, металоємністю й більшим енергоспоживанням. Слід зазначити, що закордонні аналоги за цими показниками відрізняються незначно. При гомогенізації в клапанних пристроях частки дробляться до розмірів не менш 1 мкм. Навіть удосконалені клапанні гомогенізатори не можуть дробити частки до розмірів

менш 0,5 мкм [1,2,4,5]. Аналогічний принцип дроблення часток використовується в пристроях фільтрального типу. У них продукт продавлюється через паралельно розташовані отвори з постійним або регульованим перетином. Недоліком цих пристроїв є також неможливість одержання часток з розміром менш 1 мкм.

Проведене нами дослідження механізмів гомогенізації разом з оцінками обмежень дисперсності кінцевого продукту, властивих різним способам гомогенізації, свідчать про те, що для гомогенізації часток до розмірів менш 0,7...0,3 мкм необхідно створити умови, при яких буде реалізований механізм дроблення часток шляхом зриву поверхневих шарів, тобто вести обробку продукту високоінтенсивними збурюваннями.

Імпульсний гомогенізатор молока повинен являти собою камеру, у якій на гомогенізуючий продукт впливають досить потужні ударні збурювання. Підігрів продукту здійснюється для зменшення поверхневого натягу жирових часток і полегшення за рахунок цього їх диспергування. Як привод імпульсного гомогенізатора можна використовувати механічні, гідравлічні й пневматичні імпульсні системи.

Імпульсний гомогенізатор розроблявся на підставі розробленої методики й, у відповідності зі схемою досліджень, представленої на рис. 2. На схемі показано, що для визначення раціональних сполучень геометричних параметрів, кінематичних режимів і тривалості процесу, при яких досягається найкраща гомогенізація при мінімальній питомій роботі, що витрачається на гомогенізацію, виконані наступні дослідження.

1. Отримано мікрофотографії молока як об'єкта гомогенізації й проаналізовані спектри розмірів часток молочного жиру в різних умовах.

2. На спеціально створеній експериментальній установці (рис. 2, а) виконані дослідження взаємодії жирових часток молока з ударними збурюваннями тиску.

Знайдено величини максимальних інтенсивностей збурювань, які приводять до дроблення жирових часток (рис. 2, б). Дослідження виконані методом моделювання з використанням критерію Вебера як критерій подоби.

Дослідження показали, що необхідно створити умови, при яких буде реалізований механізм дроблення часток шляхом зриву поверхневих шарів, тобто вести обробку продукту високоінтенсивними збурюваннями (рис. 2, в).

3. Результати модельних експериментальних досліджень перелічені на натурні умови стосовно до дроблення часток молочного жиру в молоці (рис. 2, г). На ці результати накладена розрахункова залежність, отримана рішенням складеної системи рівнянь досліджуваного явища. На цьому графіку максимальні інтенсивності тисків ударних збурювань розділилися на дві області - область дроблення часток молочного жиру й область відсутності їхнього дроблення. Це дозволило визначити мінімальні величини максимальних збурювань тиску, необхідних для дроблення часток жиру, $P = 0,5...2$ Мпа залежно від первинних розмірів часток.

4. Отримана величина збурювань тиску задається як основна характеристика привода створеного гомогенізатора. Інші його

характеристики визначаються звичайними гідравлічними залежностями:

- витрати

$$Q = V \frac{\pi \times D^2}{4}; \quad (1)$$

$$Q_\delta = \pi \times D \times \delta \times V_\delta; \quad (2)$$

$$Q_k = V_k \frac{\pi \times d_{cp}^2}{4} n; \quad (3)$$

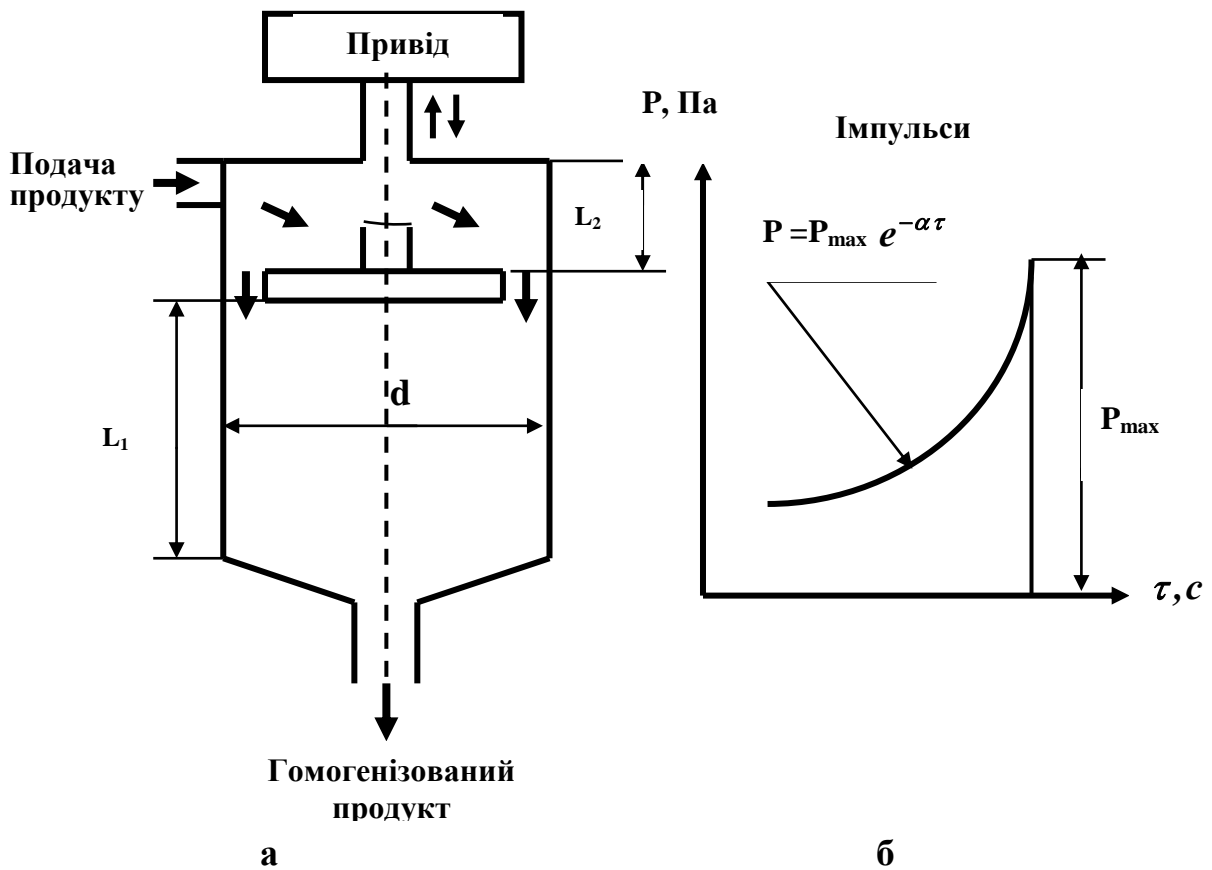
$$Q = Q_\delta + Q_k; \quad (4)$$

- потрібної довжини циліндра

$$L = L_1 + L_2 = 4 \frac{Q}{\pi \times d^2 \times v}; \quad (5)$$

- тривалості процесу

$$\tau = \frac{L \times D^2 \times v \times n}{4Q}, \quad (6)$$



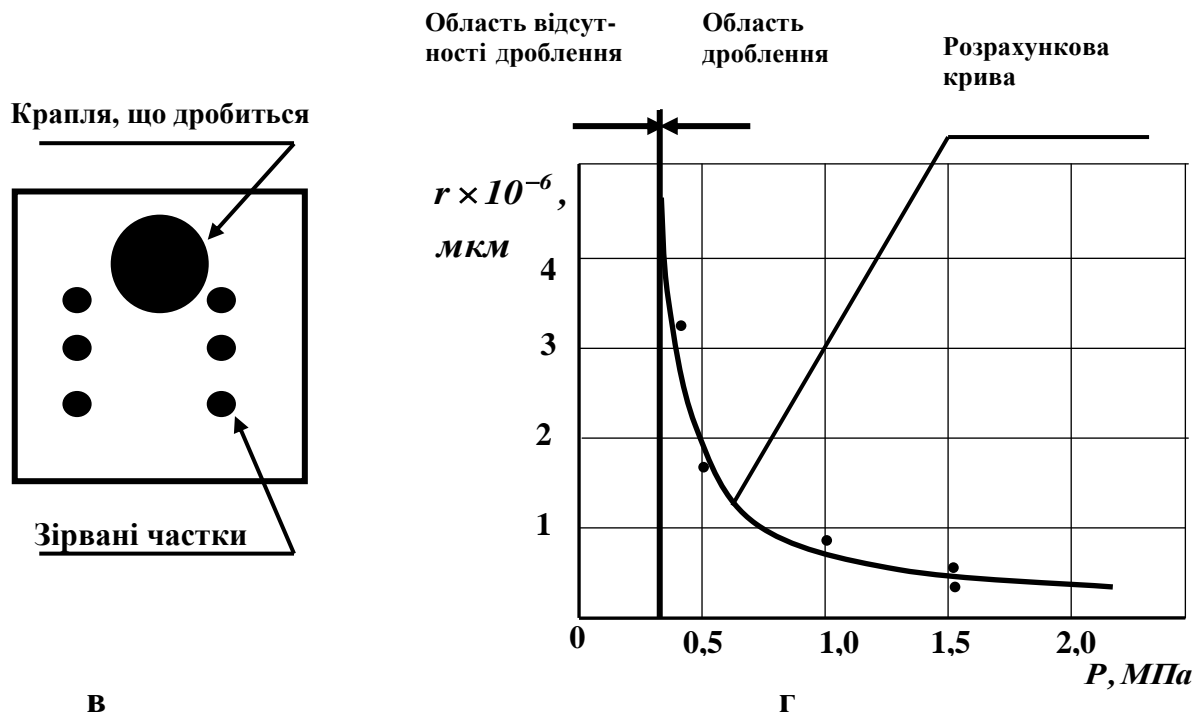


Рис.2. Схема визначення раціональних параметрів імпульсного гомогенізатора

де Q, Q_{δ}, Q_k - відповідно витрата гомогенізуючого продукту через циліндр, зазор між циліндром і поршнем і через кавітаційні отвори поршня, м³/з;

V, V_{δ}, V_k - відповідно швидкість руху гомогенізуючого продукту в циліндрі, у зазорі між циліндром і поршнем і в кавітаційних отворах поршня, м/с;

D - діаметр циліндра, м;

δ - зазор між циліндром і поршнем, м;

d_{cp} - середній діаметр кавітаційних отворів у поршні, м;

n - кількість кавітаційних отворів у поршні;

L, L_1, L_2 - відповідно загальна довжина циліндра гомогенізатора, довжина циліндра під поршнем і довжина циліндра над поршнем, м;

ν - частота проходження імпульсів збурювань, Гц.

Потрібна інтенсивність збурювань може бути знижена зменшенням поверхневого натягу часток шляхом нагрівання молока.

Потужність гомогенізатора визначили по формулі

$$N = J \cdot \nu, \quad (7)$$

де $J = 0.0633$ кДж - енергія удару.

Розрахунок основних конструктивних параметрів гомогенізатора

виконувався по залежностях (1 - 7), значення яких зведені в таблицю 1.

Таблиця 1 - Параметри імпульсного гомогенізатора

Продуктивність гомогенізатора Q , м ³ /год	Максимальне значення тиску імпульсів, МПа	Швидкість течії гомогенізованого продукту, V , м/с	Довжина L і діаметр D циліндра гомогенізатору, м	Час обробки продукту, τ , с	Потужність гомогенізатору, N , кВт
1,0	1,5	0,065	1,06 і 0,2	12,72	1,9

Висновки. Порівняльний аналіз конструкцій і принципів дії різних типів гомогенізаторів показав про перспективність застосування імпульсного гомогенізатора, що дозволяє не тільки одержувати продукти з розмірами часток дисперсної фази менш 0,3...0,7 мкм, але й характеризуються порівняно меншим питомим енергоспоживанням. Запропонована методика проектування імпульсного гомогенізатора показала перспективність його застосування при гомогенізації молочних продуктів, тому що відповідає раціональному сполученню геометричних параметрів, кінематичних режимів і тривалості процесу, при яких досягається найкраща гомогенізація при мінімальній питомій роботі.

Література:

1. *Вайткус В.В.* Гомогенизация молока.-М.:Пищевая промышленность,1967.-215с.
2. *Юрченко Б.В.* Повышение эффективности работы гомогенизирующих клапанов в молочных гомогенизаторах: Дис...канд.тех. наук.-Одесса,1999-182с.
3. *Сажин Г.Ю.* Формализованное представление техно-логической адекватности сырья для детского питания/Г.Ю.Сажин, Н.Н.Липатов,О.И.Башкиров//Пищевая промышленность.-2001.-№5-с.57.
4. *Крусь Г.Н.* Гомогенизация молока(технология молочных продуктов)/Г.Н.Крусь,Л.Г.Чекулаева.-М.:Агропромиздат,1988.-60с.
5. *Мухин А.А.* Гомогенизаторы для молочной промышленности/А.А.Мухин,Ю.Н.Кузьмин,И.Б.Гисин.-М.:Пищевая промышленность,1976.-64с.
6. *Космодемьянский Ю.В.* Процессы и аппараты пищевых производств.-М.:Колос,1997.-208с.

PLANNING OF IMPULSIVE HOMOGENIZATOR OF MILK

O.Gvozdev, N. Palyanichka, I. Lyashoc

Summary

Work is devoted to perfection of equipment for homogenization on the basis of study of front-rank experience and development of method of planning of impulsive homogenizator of milk.

