

УДК.637.1.024.001.24

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ ОТВОРІВ У ПОРШНІ-УДАРНИКУ ГОМОГЕНІЗАТОРА ЗБУРЮЮЧОГО ТИПУ

Пархоменко В.Д., к.т.н.,

Пархоменко А.П., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (0619)42-13-06

Анотація – Робота присвячена шляху інтенсифікації процесу гомогенізації молока на гомогенізаторі збурюючого типу та відмічена перспектива збільшення продуктивності машини без додаткових енерговитрат.

Ключові слова – гомогенізатор збурюючого типу, конструкція, технологічні розрахунки, параметри, продуктивність, потужність.

Постанова проблеми. Особливу роль серед продуктів харчування людини займає продукція, яка виробляється з молока. Розвиток технології переробки молока і виробництва молочних продуктів визначається рівнем науково – технічного потенціалу країни та його сировинною базою. У свою чергу, впровадження нових технологій спрямоване на формування оптимального асортименту молочних продуктів, зниження витрат на їх виготовлення та реалізацію при збереженні або підвищенні рівня економічності виробництва [1].

У вирішенні цієї проблеми, головне правильно, на науковій основі керувати виробничим процесом, бо якість молочної продукції напряму залежить не тільки від якості самого молока, а зокрема від якості його обробки, тому одним із шляхів підвищення попиту населення на молочну продукцію є - зменшення її собівартості, за рахунок створення нового обладнання для переробних підприємств - малої металоємності та енергоємності, також простим у виготовленні та обслуговуванні.

Аналіз основних досліджень. Сутність процесу гомогенізації полягає в дробленні часток дисперсної фази рідини до розмірів, рівних декільком мікрометрам і їх рівномірному розподілі в її просторі [2]. Стосовно гомогенізації емульсій молока це означає, що жирові кульки молока дробляться, а частки, що утворилися, перемішуються з навколишнім середовищем в масштабах порядку їх

розмірів. Це ілюструє зв'язок двоєдиного процесу дроблення часток і їх перемішування в дисперсійному середовищі.

В результаті аналізу факторів впливу на процес гомогенізації молока, було встановлено, що суттєво впливають: температура молока, тиск який утворюється в процесі обробки, кратність обробки, частота коливань поршня. Оптимальний вибір режиму обробки підвищить ступінь гомогенізації, та відповідно якість кінцевого продукту. [2,3]

На основі огляду існуючих теорії механізмів гомогенізації, виявлено що найбільш економічним є гомогенізатор, де процес дроблення часток рідин відбувається за рахунок збурювання середовища.

Формування цілей статті та постановка задач. В результаті аналізу недоліків існуючих конструкцій гомогенізаторів було поставлене рішення – створити гомогенізатор збурюючого типу, який маючи просту конструкцію і малу металоемність реалізує процес гомогенізації молока з мінімальними витратами електроенергії.

Основна частина. Математична модель дроблення часток ударними збурюваннями визначається формами, що зв'язують збурювання тиску та швидкість середовища.

Збурювання тиску за формулою, справедливої при $t > 0$

$$P(t) = P_0 \cdot e^{-at}, \text{ Па} \quad (1)$$

де P_0 - збурювання тиску у фронті ударної хвилі, Па;

a – постійна;

t - час збурювання, год.

Збурювання швидкості $U(t)$ у дисперсійному середовищі для ударних збурювань визначаються за формулою

$$U(t) = \frac{P_0 \cdot e^{-at}}{\rho_c \cdot c}, \text{ м/с} \quad (2)$$

де ρ_c, c - відповідно щільність (кг/м^3) і швидкість звуку (м/с) у дисперсійному середовищі;

$g = 9,8$ - прискорення сили тяжіння, м/с^2 .

Швидкість частки $V(t)$, що захоплюється потоком дисперсійного середовища знаходиться інтегруванням вираження для прискорення частки під дією сили лобового опору обтікання. [4,5]. Цей вираз записується на підставі другого закону Ньютона у форм

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{3}{8} \cdot c_x \cdot \frac{[U(t) - V(t)] \cdot U(t) - V(t)}{r_y(t)}, \quad (3)$$

де c_x - коефіцієнт лобового опору частки. Для сферичної частки $c_x = 1$;

$r(t)$ - залежний від часу радіус частки, м.

Це рівняння інтегрується при початковій умові $V = V_0$ при $t=0$.

З виразу критерія Вебера, наданого раніше, задавши його значення рівним критичному, знаходять величину радіуса частки, при перевищуванні якої відбувається дроблення частки.

$$r(t) = \frac{We_{кр} \cdot \sigma}{[U(t) - V(t)]^2 \cdot \rho_c}, \text{ м} \quad (4)$$

Якщо фактичний радіус частки $r(t)$ більше критичного, тобто $r(t) > r_{кр}$, відбувається здування мікрочастинок з поверхні крапель і продовжується доти, поки ця рівність перестане виконуватися. [4,5]. При цьому із частки буде зірвана маса рідини $m(t)$, рівна різниці мас

$$m(t) = \frac{3}{4} \cdot \pi \cdot [r^3(t) - r_{кр}^3(t)] \cdot \rho, \text{ кг} \quad (5)$$

де ρ - щільність частки, кг/м³.

Наприкінці цього процесу поточний радіус частки стане рівним критичному, тобто $r(t) = r_{кр}(t)$.

Якщо фактичний радіус частки $r(t)$ не більше критичного, зриву мікрочастинок не відбувається, фактичний радіус частки не змінюється, маса частки не зменшується, тобто $m(t) = 0$. [4,5].

Розрахунок по даному алгоритмі триває доти, поки поточний радіус частки не зменшиться до заданого мінімального значення r_{min} або до припинення дроблення збурюваннями (до відсутності дроблення протягом розглянутої частини періоду збурювань).

У поршні-ударнику гомогенізатора збурюючого типу витік рідини може відбуватися з отворів, які мають різні геометричні форми (рис.1), що впливають на техніко-економічні показники машини.

Формулу для визначення швидкості струмка можна отримати з формули Бернуллі

$$H = \alpha \frac{V_{cp}^2}{2g} + \left(\xi_c + \xi_p + \lambda \frac{S}{\lambda_0} \right) \cdot \frac{V_{cp}^2}{2g}, \quad (6)$$

де d - діаметр отвору, м

V_{cp} - середня швидкість струму, м/с

g - прискорення сили тяжіння, $g = 9,8 \text{ м/с}^2$

ξ_c - коефіцієнт створення опору при звуженню струму;

ξ_p - коефіцієнт створення опору при розширенні струму;

S - довжина ділянки при котрій перетині струмка дорівнюється до перетину отвору, м

λ_0 - коефіцієнт втрат напору на вході в отвір;

λ - коефіцієнт втрат напору на виході з отвору

Тобто

$$\xi = \xi_c + \xi_p + \lambda \frac{S}{\lambda_0}, \quad (7)$$

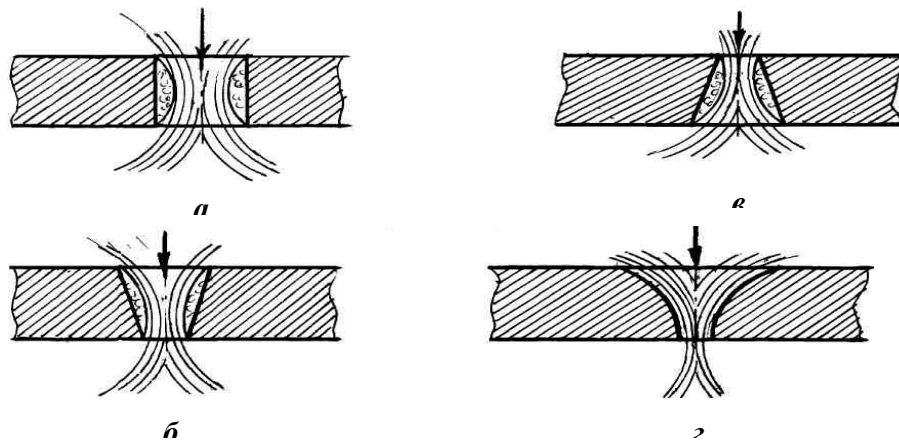


Рис.1. Схема отворів: а) - циліндричної форми; б) - зворотного усіченого конусу; в) - прямого усіченого конусу; г) - коноїдальної форми у поршні-ударнику гомогенізатора збурюючого типу

де ζ - коефіцієнт опору; при $\lambda = 1$ тоді

$$V_{cp} = \frac{1}{\sqrt{1+\zeta}} \sqrt{2gH}, \quad (8)$$

Швидкісний коефіцієнт отвору циліндричної форми складе $\varphi = 0,82$.

Тоді продуктивність гомогенізатора збурюючого типу з поршнем-ударником, при інших рівних вимогах буде мати

$$Q_H = \mu_n \omega_0 \sqrt{2qH}, \quad (9)$$

де μ_n - коефіцієнт витрат

$$\mu_n = \varepsilon \cdot \varphi, \quad (10)$$

де ε - коефіцієнт звуження струменя

φ - коефіцієнт швидкості;

ω_0 - площа отворів на вході в них струму, м².

Отвори циліндричної форми. При входженні рідини в отвір (рис. 1. а), за рахунок сил інерції часток рідини, відбувається звуження її струмка. Тоді, на виході з отвору струм стає рівним його діаметру[6].

При такій формі отвору коефіцієнт створення опору рідини у середині отвору більше, ніж на виході з отвору, так як в середині відбуваються втрати за рахунок вакууму, який утворюється в наслідок між стінками отвору та струмком.

При напорі більш критичного значення абсолютний тиск в місці звуження струму в отворі досягає тиску пароутворення, що сполучає виникненню кавітації.

У отворах, які мають форму зворотного усіченого конусу (рис.1 б), при звуженні струменя на виході з отвору, вакуумні утворення

трохи менших розмірів, чим у циліндричних отворах, тому і втрата напорю менша, а швидкість витікання рідини з них більша.

У отворах, які мають форму прямого усіченого конусу (рис.1 в), при звуженні струменя на виході з отвору утворюються значні вакуумні порожнечі, що значно погіршують показники витікання струменя.

У отворах, які мають форму коноїдальної форми (рис.1 г), тобто отворах, які виконані у формі стиснутого струменя, не утворюється вакуумних порожнеч. Отже всі коефіцієнти витікання будуть максимальні тобто швидкість витікання рідини найбільша, а звідси і продуктивність буде найбільша, де коефіцієнт стиску струменя найбільший при якому коефіцієнт кавітації буде найвищим (при рівних умовах роботи).

В таблиці 1 приведені значення коефіцієнта витікання рідини для розглянутих форм отворів у поршні-ударнику гомогенізатора збурюючого типу.

З аналізу слідує, що для збільшення ефективності роботи гомогенізатора збурюючого типу необхідно використовувати коноїдальну форму отворів.

Таблиця 1 - Значення коефіцієнтів витікання рідини для розглянутих форм отворів у поршні-ударнику гомогенізатора збурюючого типу

Тип форми отвору	ε	ξ	φ	μ
Циліндрична	0,54	0,5	0,82	0,82
Зворотного усіченого конусу	0,99	1,0	0,96	0,94
Прямого усіченого конусу	0,98	3,35	0,48	0,87
Коніодальної форми	1,0	0,06	0,97	0,97

Висновки. 1 Представлена модель дроблення жирових часток збурюваннями навколишнього середовища, а саме дисперсійного середовища, захоплює в рух жирову частку й з урахуванням цього формує відносний рух середовища й частки.

2. Математична модель дроблення часток ударним збурюванням визначається заданням форми ударних збурювань і залежностями, що зв'язує збурювання тиску та швидкість середовища. Запропонована методика проектування гомогенізатора збурюючого типу показала про його перспективність застосування при гомогенізації молочних продуктів та мінімальній питомій його роботі.

3 У поршні-ударнику гомогенізатора збурюючого типу витік рідини може відбуватися з отворів, які мають різні геометричні форми, що впливають на техніко-економічні показники машини. З аналізу випливає, що для збільшення ефективності роботи гомогенізатора

збурюючого типу необхідно використовувати коноїдальну форму отворів.

Література

1. *Машкін М.І.* Технологія виробництва молока і молочних продуктів / М.І. Машкін, Н.М. Париш // Навчальне видання.- К.: Вища освіта, 2006.-351 с.
2. *Давидов Р.Б.* Молоко и молочное дело / Р.Б. Давидов. М., Издательство «Колос», 1964-328 с.
3. *Лукьянов Н.Я.* Оборудование предприятий молочной промышленности-2-е изд. / Н.Я. Лукьянов, Н.В. Барановський. - М.: Пищевая промышленность, 1968.
4. *Фофанов Ю.С.* Исследование влияния механических колебаний на дисперсное состояние жировых шариков молока при сепарировании и гомогенизации: дис. канд. тех. наук./ Ю.С. Фофанов. - М.: 1966. – 190 с.
5. *Орешина М.Н.* Разработка импульсного гомогенизатора на основе исследований дробления жировых шариков молока: Дис...канд.тех.наук. / М.Н. Орешина. – Орел, 2001.-136 с.
6. *Карасев Б.В.* Основы гидравлики, гидравлические машины и сельскохозяйственное водоснабжение / Б.В. Карасев.-Минск «Урожай», 1965. – 298 с.

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФОРМИ ОТВОРІВ У ПОРШНІ-УДАРНИКУ ГОМОГЕНІЗАТОРА ЗБУРЮЮЧОГО ТИПУ

Пархоменко В.Д., Пархоменко А.П.

Анотація – Робота присвячена шляху інтенсифікації процесу гомогенізації молока на гомогенізаторі збурюючого типу та відмічена перспектива збільшення продуктивності машини без додаткових енерговитрат.

THEORETICAL BASIS OF SHAPE OF OPENINGS IN THE PISTON-SHOCK-WORKER OF IMPACT HOMOGENIZATOR

V. Parhomenko, A. Parhomenko

Summary

Work deals with the way of intensification of process of milk homogenization on impact homogenizator and the prospect of increasing productivity of machine without additional power inputs is marked.
