ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ ГОМОГЕНІЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ РІДКИХ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ

Іванов А.О., доктор техн. наук, проф.
Федоров І.К., канд. техн. наук, доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Одним з найбільш енерговитратних процесів при виробництві молочних продуктів є гомогенізація. Найбільш численні - клапанні гомогенізатори мають недоліки, головними з яких є висока вартість і високі питомі енерговитрати [1].

Нові розробки спрямовані на зниження рівня шуму машини, зменшення зносу деталей, полегшення обслуговування, спрощення конструкції практично не зменшують питомі енерговитрати.

Перспективним шляхом вирішення цих проблем може бути протитечійно-струменевий гомогенізатор який складається з двох співвісно розташованих форсунок, куди під тиском нагнітається молоко. Диспергування жирової фази відбувається у емульгуючому каналі при зміні швидкості потоку (по типу клапанного) і при зіткненні струменів. Такий гомогенізатор поєднує високу ступінь гомогенізації і енерговитрати у 2-3 рази менші за клапанні [2].

Таблиця 1 – Технічна характеристика промислового зразка струминно–щілинного гомогенізатора молока

Показник	Значення
Продуктивність, т/год	2,5
Середній діаметр часток після обробки молока, мкм	0,80
Потужність електродвигуна приводу, кВт	8,0
Діаметр камери в місці найбільшого звуження, мм	4,0
Ширина кільцевої щілини, мм	0,7
Габаритні розміри, мм: – довжина – ширина – висота	 1400 525 765

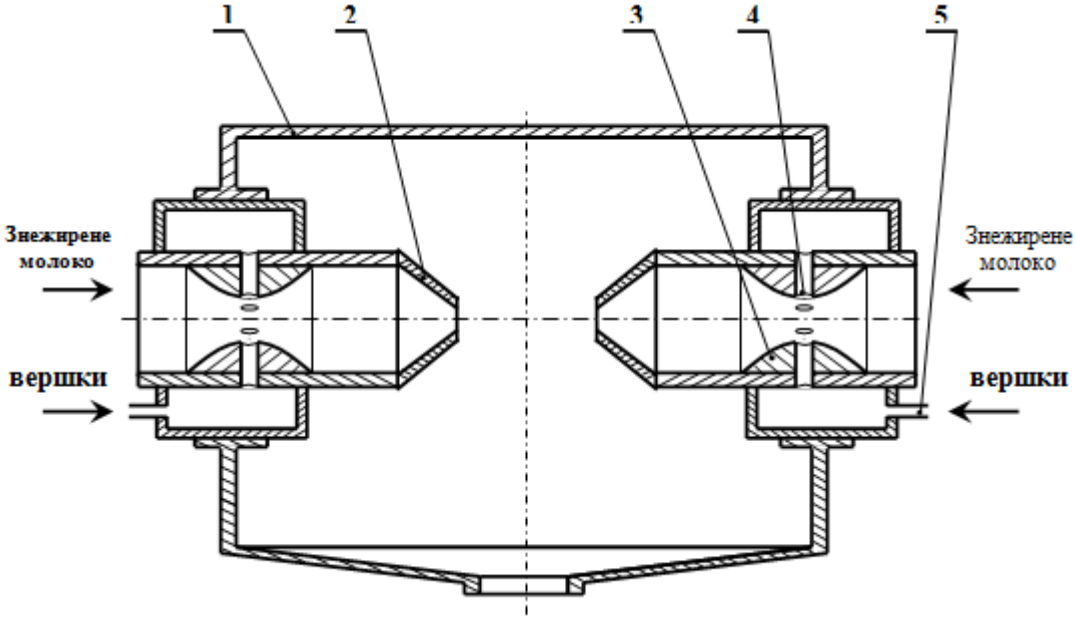
Для підвищення ефективності процесу гомогенізації пропонується новий пристрій, який схожий за принципом дії з протитечійно-струменевим (рис.1).

Як показано на схемі, пристрій містить корпус 1 та співвісно встановлені форсунки 2. Всередині форсунок виконано кільцеве звуження 3, де виконані канали 4. В ці канали вершки потрапляють крізь отвори 5.

Попередньо молоко розділяється на сепараторі на вершки та знежирене молоко. Знежирене молоко подається у форсунки 2, а вершки – у камеру 5. При нагнітанні у форсунки 2 потоку знежиреного молока, швидкість і місті

звуження значно зростає і утворюється розрідження. В розрідження по каналам 4 у потік знежиреного молока вводяться вершки. При потраплянні крапель молока у швидкий потік відбувається попереднє подрібнення жирових кульок молока. При зіткненні струменів відбувається друга стадія подрібнення і перемішування жирових кульок по об'єму молока – тобто гомогенізація.

Пристрій працює таким чином. Попередньо молоко розділяється на сепараторі на вершки та знежирене молоко.



1 – корпус; 2 – форсунки; 3 – кільцеве звуження; 4 – канали підводу вершків; 5 – підвід вершків.

Рис. 1. Схема гомогенізуючого пристрою для рідких молочних продуктів.

Для руйнування жирових кульок необхідно досягнення значення критерію Вебера $We^{щ}$ рівного (або більшого) за критичне $We_к$

$$We^{щ} = \frac{2\rho_{пл} \cdot k_щ^{\ 2} \cdot \upsilon_{зн}^{\ 2} \cdot d_{ср}}{\sigma_{ж-п}} \geq We_к, \qquad (1)$$

де $\rho_{пл}$ – густина молочної плазми, кг/м^3;

$d_{ср}$ – середній діаметр жирової кульки після гомогенізації, мкм;

$\sigma_{ж-п}$ – поверхневий натяг на межі розділу жиру та плазми, Н/м.

З виразу (1) отримаємо середній діаметр жирової кульки після гомогенізації

$$d_{ср} = \frac{We_к \cdot \sigma_{ж-п}}{2\rho_{пл} \cdot k_щ^{\ 2} \cdot \upsilon_{зн}^{\ 2}}. \qquad (2)$$

Проведемо аналіз отриманої залежності та представимо дані у вигляді графіку (рис. 2)

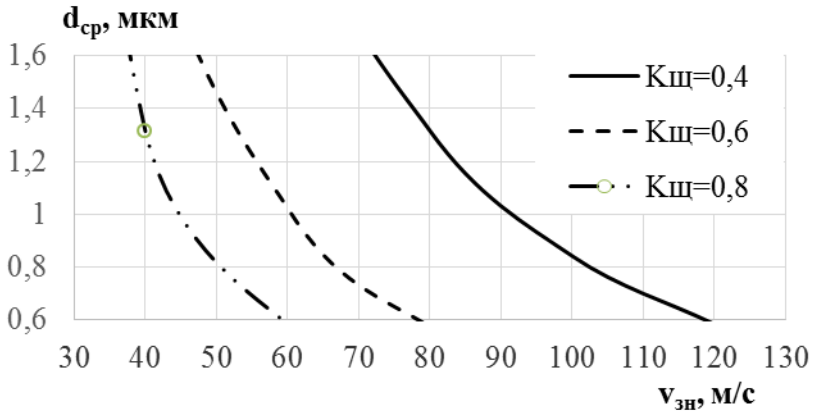


Рис. 2. Графік залежності середнього діаметра жирових кульок $d_{ср}$ від швидкості знежиреного молока $v_{зн}$ і коефіцієнту струминно–щілинної гомогенізації $k_{щ}$ (при $We_к$=28, σ=0,1).

Знежирене молоко подається у форсунки 2, а вершки – у камеру 5. При нагнітанні у форсунки 2 потоку знежиреного молока, швидкість і місті звуження значно зростає і утворюється розрідження. В розрідження по каналам 4 у потік знежиреного молока вводяться вершки. При потраплянні крапель молока у швидкий потік відбувається попереднє подрібнення жирових кульок молока. При зіткненні струменів відбувається друга стадія подрібнення і перемішування жирових кульок по об’єму молока – тобто гомогенізація.

Таким чином запропонований пристрій має такі переваги:

1) Подрібнення жирових кульок відбувається в дві стадії: в місті кільцевого звуження і при зіткненні струменів, що підвищує ефективність гомогенізації і знижує енерговитрати.

2) Змінюючи швидкість потоку та площу перерізу каналів легко змінювати співвідношення між вершками та знежиреним молоком, тобто здійснювати нормалізацію молока у потоці.

Література:

1. Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Кюрчев С.В., Олексієнко В.О., Паляничка Н.О., Верхоланцева В.О., Протитечійно-струминна гомогенізація молока: монографія. Мелітополь: Видавничий будинок ММД, 2017. 188 с.

2. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Івженко А.О. Аналіз методів оцінювання якості гомогенізації молока // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: зб. наук. праць. Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип.12, Т.4. С. 222–229.

3. Струминний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків: пат. на корисну модель 94041 Україна / Самойчук К.О., Ковальов О.О., Ялпачик Ф.Ю. № 201405239; заявл. 19.05.14; опубл. 27.10.14, Бюл. № 20. 3 с.

4. Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Ковальов О.О. Струминні гомогенізатори молока // Розвиток харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність: матеріали міжнар. наук.-пакт. конф., 19 травня 2016 р. Харків: ХДУХТ, 2016. С. 274–276.