

## ЛАБОРАТОРНО – ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

**Гвоздєв О.В., к.т.н., Паляничка Н.О., аспірант,  
Ляшок І.В., магістрант**

*(Таврійський державний агротехнологічний університет).*

*Робота присвячена вдосконаленню обладнання для гомогенізації на основі вивчення передового досвіду й розробки методики проектування імпульсного гомогенізатора молока.*

*Постановка проблеми.* Гомогенізація – один з основних процесів при виробництві більшості молочних продуктів. У зв'язку з розвитком технологій які застосовують гомогенізовані компоненти, пред'являються підвищені вимоги до дисперсності кінцевого продукту. 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 [1].

*Аналіз останніх досліджень.* Для гомогенізації молока й інших молочних продуктів в основному використовуються клапанні гомогенізуючі пристрою, описані в роботах [1,2,3]. 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 не значно. 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 [1,2,3,4,5]. 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 1,0 мкм необхідно створити умови, при яких буде реалізований механізм дроблення часток шляхом зриву поверхневих шарів, тобто вести обробку продукту високоінтенсивними збурюваннями за допомогою імпульсного гомогенізатора [6].

*Постановка завдання.* Метою даної статті є вдосконалення обладнання для гомогенізації на основі вивчення передового досвіду та власних лабораторно - експериментальних досліджень імпульсної гомогенізації молока.

*Основна частина.* 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 в роботі [6].

Досліди імпульсної обробки молока та якість її від визначених факторів проводили на установці (рис.1), яка містить гомогенізатор імпульсний 1;привід 2; електродвигун 3; технологічні ємкості 4,5.

Імпульсний гомогенізатор та технологічні ємкості включені в замкнений циркуляційний контур. Зміну і регулювання гідродинамічних умов роботи здійснюється кранами. При підключенні до електромережі молоко насосом подається до імпульсного гомогенізатора, де під впливом збурювання тиску, створеного імпульсним рухом поршня – ударника, відбувається подрібнення жирових кульок молока.

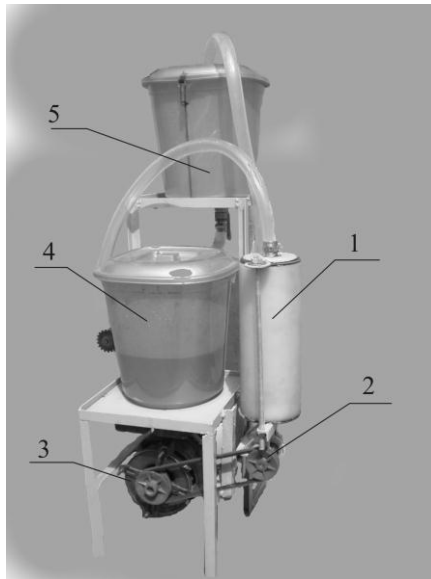


Рис.1 Фото установки: 1–гомогенізатор імпульсний; 2–привід; 3 – електродвигун; 4,5 – технологічна ємкість.

Таким чином, гомогенізація здійснюється за рахунок подвійної дії кавітації та імпульсного руху поршня - ударника. У технологічній ємкості 5 передбачено отвір, регульований краном для підведення гомогенізуємої рідини у нижню технологічну ємкість 4 на наступну обробку. В установці використовували імпульсний гомогенізатор(рис.2) [7].

Як показано на рис.2 імпульсний гомогенізатор складається із циліндра 1 з поршнями-ударниками 2, штока 3, імпульсного привода 4, патрубків підведення 5 і відведення 6 гомогенізуючої рідини, колектора введення 7 гомогенізуємої рідини з отворами 8 її введення в циліндр 1, вентиля 9 випуску й регулювання витрати гомогенізованої рідини. В поршнях-ударниках 2 виконані осьові наскрізні отвори 10 у вигляді дифузорів, які чергуються діаметрами вхідних 11 і вихідних 12 отворів по колу.

Гомогенізатор для рідких продуктів працює таким чином.

При включенні імпульсного привода 4 поршень 2 робить зворотно-поступальні рухи уздовж вертикальної осі за

допомогою імпульсних рухів штока 3. Гомогенізуєма рідина подається через патрубок підведення 5 в колектор вводу 7 і скрізь отвори 8 поступає у верхню порожнину циліндра 1. Далі рідина проходить через зазор між поршнем і циліндром, а також через отвори дифузорів 10 у нижню порожнину циліндра 1 й виходить через вентиль 9 як готовий продукт. Протягом усього часу перебування рідини у верхній і нижній порожнинах циліндра 1 на неї впливають збурювання тиску, створеного імпульсним рухом поршня - ударника. Тому подрібнення часток рідини здійснюється за рахунок подвійної дії кавітації та імпульсного руху поршня - ударника.

Регулювання дисперсності готового продукту, здійснюється змінами амплітуди імпульсного руху поршня - ударника 2, зміною кута розкриття дифузорів (зміною поршня з іншими дифузорами), витратою та температурою рідини.

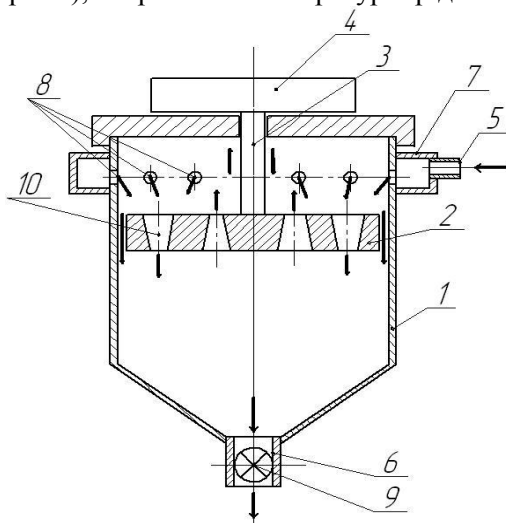


Рис.2 Схема імпульсного гомогенізатора: (позначення у тексті).

Результати експериментального визначення продуктивності імпульсного гомогенізатора в залежності від середнього діаметру осевих наскрізних отворів у поршнях-ударниках, представлені на рис.3, при цьому температура молока була  $T=60^{\circ}\text{C}$ .

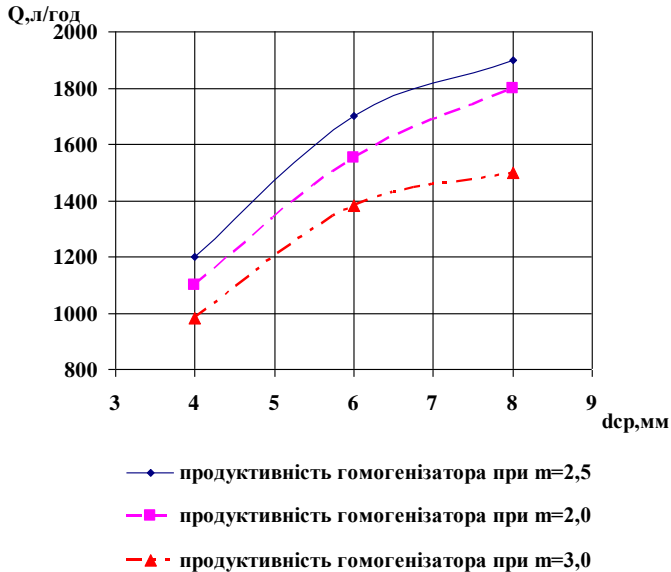


Рис.3 Залежність продуктивності імппульсного гомогенізатора від середнього діаметру осевих наскрізних отворів у поршнях-ударниках при різних співвідношеннях розмірів діаметрів вхідних і вихідних отворів в поршнях-ударниках  $m$ .

Як видно з графіків залежності продуктивності імппульсного гомогенізатора від середнього діаметру осевих наскрізних отворів у поршнях-ударниках, найбільш доцільно конструктивно виконувати наскрізні осеві отвори у поршнях співвідношенням розмірів діаметрів вхідних і вихідних отворів  $m=2,5$  для найбільшого значення продуктивності  $Q=1,8...2,0$  м<sup>3</sup>/год.

При проведенні експерименту було встановлено, що при зміні діаметрів вхідних і вихідних отворів у поршнях-ударниках змінюється відсотковий вміст жирових кульок певного діаметру (рис.4) і визначено, що найменший розмір  $d=1,05$  мкм, який характеризує якісну гомогенізацію, було отримано при  $m=2,5$ , тобто  $d_{\min}=5$  мм, а  $d_{\max}=12,5$  мм.

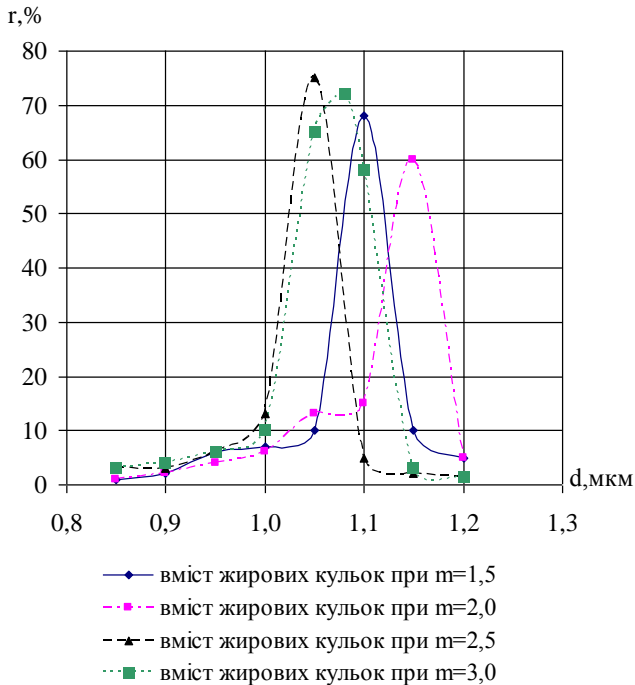


Рис.4 Залежність вмісту жирових кульок у відсотках (r) від m-співвідношення діаметрів вхідних і вихідних отворів у поршнях-ударниках

*Висновки.* Проведене дослідження механізмів гомогенізації разом з оцінками обмежень дисперсності кінцевого продукту, властивих різним способам гомогенізації, свідчать про те, що для гомогенізації часток до розмірів менш 1,0 мкм необхідно створити умови, при яких буде реалізований механізм дроблення часток шляхом зриву поверхневих шарів, тобто вести обробку продукту високоінтенсивними збурюваннями за допомогою імпульсного гомогенізатора.

Експериментально встановлено, що обробка молока за допомогою імпульсного гомогенізатора дозволяє одержувати кінцевий продукт з переважним вмістом дрібнодисперсної фази з розмірами жирових кульок 1,0...1,1 мкм.

Для забезпечення максимальної продуктивності імпульсного гомогенізатора  $Q_{\max} = 1,8 \dots 2,0 \text{ м}^3/\text{год}$  приймаємо

середній діаметр отворів у поршнях-ударниках  $d_{сер} = 7...8$  мм при діаметрі корпуса  $D=0,2$  м, мінімальний діаметр отворів у поршнях-ударниках  $d_{min} = 5$ мм при  $m=2,5$ . При цих конструктивних параметрах досягається найменший діаметр жирових кульок молока  $d=1,05$ мкм, який характеризує якісну гомогенізацію молока.

### Список літератури

1. *Вайткус В.В.* Гомогенизация молока.-М.:Пищевая промыш-ленность,1967.-215с.

2. *Юрченко Б.В.* Повышение эффективности работы гомогенизирующих клапанов в молочных гомогенизаторах: Дис...канд.тех.наук.-Одесса,1999-182с.

3. *Нужин Е.В., Гладушняк А.К.* Гомогенизация и гомогенизаторы. Монография.-Одесса: Печатный дом,2007.-264с.

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 промыш-ленность,1976.-64с.

6. *Гвоздев О.В., Паляничка Н.О., Ляшок І.В.* Проектування імпульсного гомогенізатора молока // Праці Таврійської державної агротехнічної академії.- Мелітополь: ТДАТА. Вип. 7, том 5. – 2007. С.85 – 92.

7. Пат. на корисну модель №31092. Україна. Гомогенізатор для рідких продуктів./ *Гвоздев О.В., Паляничка Н.О., Ляшок І.В.* Опубл. 25.03.2008; Бюл.№6.

### Аннотация

### «ЛАБОРАТОРНО – ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСНОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА»

*Работа посвящена усовершенствованию оборудования для гомогенизации на основе изучения передового опыта и разработки методики проектирования импульсного гомогенизатора молока.*