

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОЧНИХ ЕМУЛЬСІЙ

Паляничка Н.О., к.т.н.,

Верхоланцева В.О., к.т.н.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені
Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна*

Постановка проблеми. Для отримання однорідної суміші із декількох компонентів, що важко змішуються, широко використовуються апарати, які називаються гомогенізаторами. Гомогенізацію застосовують у сільському господарстві, хімічній, фармакологічній, косметологічній, переробній галузях промисловості. Однак, найбільшого застосування даний технологічний процес отримав в харчовій промисловості, здебільшого, в лініях переробки та виробництва молочної продукції. Застосування гомогенізації дозволяє запобігти утворенню шару вершків на поверхні молока, а також покращити смакові якості готового продукту та його краще засвоєння. Сьогодні на молокопереробних підприємствах здебільшого використовують клапанні типи гомогенізаторів, які дозволяють отримати високу якість кінцевого продукту, однак мають досить суттєвий недолік – високу енергоефективність процесу. [1, 2]. Тому, питання модернізації існуючого та розробка нового обладнання для гомогенізації молочної емульсії, яке дозволить отримати високу якість готового продукту, при значно нижчих витратах енергії, ніж у клапанних, є дуже актуальним на сьогоднішній день. [3].

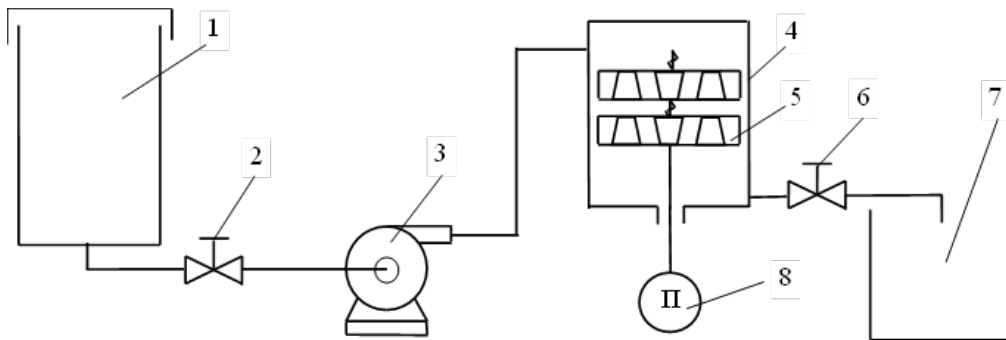
Основні матеріали. Проведений аналіз наукових робіт по даній проблематиці [4] дозволив виділити перспективний тип гомогенізатора, який дозволить отримати високу якість диспергування молочного жиру без великих затрати електроенергії на процес. Таким типом гомогенізатора – є імпульсний апарат. [3].

Для перевірки достовірності висунутої гіпотези, в лабораторії Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного було розроблено та проведено експериментальні дослідження лабораторного зразка імпульсного типу гомогенізатора молока (рис.1).

Пристрій складається з технологічних ємностей для приймання молока та готового продукту, перепускних вентилів, насосу, робочої камери пристрою, всередині якого на робочому штокові встановлено два поршні-ударники, зв'язані між собою пружиною. Шток приводиться в дію за допомогою кривошипного механізму, приведенного в дію за допомогою електродвигуна.

Принцип роботи апарату. В ємність 1 подається незбиране молоко,

попередньо підігріте до необхідної, згідно технологічних вимог, температури, далі за допомогою перепускного вентиля 2, який також використовують для регулювання подачі продукту, молоко потрапляє до насоса 3, який в свою чергу подає його у робочу камеру гомогенізатора 4. Електродвигун через кривошипний механізм приводить в дію шток та надає коливальний рух поршням-ударникам 5 за допомогою яких відбувається диспергування жирової фази молока. Після обробки молочна емульсія зливається в ємність 7 через вентиль 6 [3, 4].



1,7 – технологічні ємності; 2, 6 – перепускні вентиля; 3 – насос; 4 – робоча камера гомогенізатора; 5 – поршні-ударники; 8 – кривошипний механізм з електроприводом.

Рис.1. Схема лабораторного зразка імпульсного гомогенізатора молока

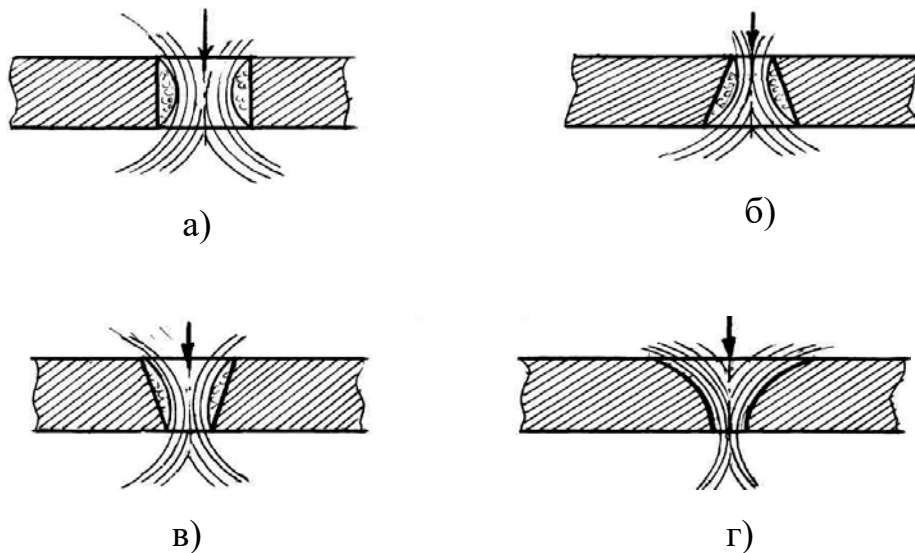
Гомогенізація жирових кульок молока в даному типі гомогенізатора відбувається за рахунок утворення градієнту швидкості потоку емульсії, який в свою чергу виникає на виході з отворів поршнів-ударників, завдяки імпульсному колюванню робочих поршнів. Це призводить до подрібнення жирової емульсії молока і при цьому не потребує великих затрат енергії [5, 6].

Одним із важливих факторів, що впливають на ступінь диспергування, є геометрична форма отворів поршня-ударника (рис. 2) [7].

Отвори циліндричної форми. При входженні рідини в отвір (рис. 2. а), за рахунок сил інерції часток рідини, відбувається звуження її струмка. Тоді, на виході з отвору струмінь стає рівним його діаметру.

При такій формі отвору в зоні звуження струменя встановлюється абсолютний тиск, менший за атмосферний. Це призводить до того, що швидкість струменя на виході з отвору стає меншою, ніж в зоні звуження.

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



а) – циліндричної форми; б) – зворотного усіченого конусу; в) – прямого усіченого конусу; г) – коноїдальної форми.

Рис. 2. Схема отворів поршня-ударника імпульсного гомогенізатора молока

У отворах, які мають форму зворотного усіченого конусу і прямого усіченого конусу (рис. 2. б, в), при звуженні струменя на виході з отвору вакуумні утворення мають менші розміри, чим у циліндричних отворах, тому і втрата напору менша, а швидкість струменя в них більша.

У отворах, які мають форму коноїдальної форми (рис. 2. г), тобто отворах, які виконані у формі стиснутого струменя, не утворюється вакуумних порожнеч. Тому коефіцієнт подачі в даному випадку буде максимальним а от швидкість струменя буде трохи меншою ніж в попередньому випадку.

Серед розглянутих типів отворів мають:

– максимальний коефіцієнт подачі молока – коноїдальні отвори $\mu=0,947\dots0,979$, $\varepsilon = 1$, $\varphi = 0,947\dots0,979$ [7];

– максимальну швидкість потоку молока – конічні, що зходяться з кутом конусності 45° $\varphi = 0,983$, $\varepsilon = 0,875$, $\mu = 0,857$.

Так як визначальною для імпульсної гомогенізації є швидкість потоку молока, то для досягнення найбільшої швидкості потоку обираємо конічну форму отворів з кутом 45° .

Проведені експериментальні дослідження для визначення достовірності висунутої гіпотези дозволили встановити, що лабораторний зразок імпульсного гомогенізатора молока дозволяє отримати ступінь диспергування $Nm = 4\dots5$, при цьому енерговитрати на процес становлять $0,82$ Дж/кг, що в свою чергу свідчить про високу ефективність технологічного обладнання [8].

Висновки. Актуальним питанням на сьогоднішній день є розробка енергоефективного обладнання для гомогенізації молочної емульсії при виробництві молока та молочної продукції. Встановлено, що

досить перспективним в цьому сенсі є імпульсний гомогенізатор молока. Конструкція апарату дозволяє отримати високу якість диспергування молочного жиру без великих затрати електроенергії на процес. Проведені експериментальні дослідження дозволили встановити, що лабораторний зразок імпульсного гомогенізатора молока дозволяє отримати ступінь диспергування $H_m = 4...5$, при цьому енерговитрати на процес становлять 0,82 Дж/кг, що в свою чергу свідчить про високу ефективність технологічного обладнання.

Список використаних джерел

1. Дейниченко Г.В., Самойчук К.О., Івженко А.О., Левченко Л.В. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молочної промисловості. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: зб. наук. праць. Мелітополь: ТДАТУ, 2016. Вип.16. Т.1. С. 9–15.

2. Самойчук К. О. Розвиток наукових основ гідродинамічного диспергування молочних емульсій : автореф. дис. на здобуття ступеню д-ра техн. наук: 05.18.12 Харківський держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків. 2018 . 44 с.

3. Samoichuk K. O., Palianychka N. O. Impulse milk homogenisation: Collective monograph. Modern engineering research: topical problems, challenges and modernity. Prague, Czech, Riga: Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2020. P. 460–479.

4. Самойчук К.О., Івженко А.О., Султанова В.О. Дослідження імпульсного гомогенізатора молока. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: тези доповідей міжнар. наук.–практ. конф., 8–11 вер. 2015 р. Мелітополь–Кирилівка: ХДУХТ, 2015. С. 91–92.

5. Самойчук К. О., Паляничка Н. О., Циб В. Г., Антонова Г. В. Використання імпульсного гомогенізатора в молочної промисловості. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19, т. 2. С. 12–17. DOI: 10.31388/2078-0877-19-2-12-17.

6. Паляничка Н. О. Використання енергоефективного обладнання для диспергування емульсій. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 1. с. 26-34. DOI: 10.31388/2078-0877-20-1-26-34.

7. Паламарчук І.П., Вітенько Т.М., Паляничка Н.О., Буденко С.Ф., Вершков О.О. Визначення оптимальної геометричної форми отворів поршня-ударника імпульсного гомогенізатора молока. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2018. Вип. 18, Т.1. С. 147–153.

8. Паляничка Н.О. Визначення шляхів зниження енерговитрат процесу гомогенізації молока. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. Дніпропетровськ, 2016. №1(39). С. 53–56.