Воробйова О.В.
студентка;
Левченко Л.В.
аспірант;
Самойчук К.О.
кандидат технічних наук, доцент,
Таврійський державний агротехнологічний університет

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПУЛЬСАЦІЙНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

У харчовій промисловості процесами, які відрізняються високими енерговитратами є гомогенізація і диспергування емульсій. Цей процес є необхідним при виробництві питного молока, вершків, кисломолочних продуктів і напоїв, морозива, майонезу, згущеного молока, яєчних меланжів і сумішей на їх основі, маргаринів, кетчупів і т.д.

Завдяки універсальності та високому ступені дисперсності емульсії, яка отримується в результаті обробки, найбільшого поширення у технологічних лініях виробництва молочних продуктів отримали клапанні (щілинні) гомогенізатори. Питомі енерговитрати таких машин сягають 7,5 кДж/т, а середня дисперсність 0,8–1,0 мкм [1, с. 36]. При обробці в'язких продуктів (сумішей для морозива, майонезів, кетчупів) завдяки у 3–4 рази зменшеним енерговитратам конкуренцію їм створюють роторно-пульсаційні апарати [2, с. 85].

Для виробництва рідких високодисперсних молочних продуктів (молока, кисломолочних напоїв) перспективним є використання пульсаційних (імпульсних, ударних) гомогенізаторів, які при енерговитратах на рівні 2,5–4,2 кДж/т дозволяють отримати молочну емульсію з середнім розміром жирових часток (кульок) менше 0,5 мкм [3, с. 3; 4, с. 3]. На сьогоднішній час досліджено пульсаційний (імпульсний) гомогенізатор молока класичної конструкції (з одним поршнем) і апарат підвищеної ефективності – з двома поршнями, які з'єднані пружним елементом [4, с. 10]. Але при дослідженнях таких типів гомогенізаторів недостатньо уваги приділено розробці аналітичної моделі диспергування: роботи мали у більшості експериментальний характер або аналітичні дослідження проводились за допомогою комп'ютерного моделювання (Ansys). Тому авторами запропонована аналітична модель процесу диспергування жирової фази молока у пульсаційному гомогенізаторі класичного типу.

Робочим органом пульсаційного гомогенізатора є поршень з отворами, який здійснює коливальні рухи у камері, в яку подається продукт для обробки (молочна емульсія). Поршень приводиться у рух за рахунок кривошипного механізму, радіус якого визначає амплітуду коливання поршня.

В результаті теоретичних досліджень отримано залежності середнього розміру жирових кульок від конструктивно-кінематичних параметрів гомогенізатора і досліджено вплив кратності обробки [5, с. 65]. Отриманий висновок, що молочну емульсію з дисперсністю 0,8–1,2 мкм можливо отримати

при амплітуді коливання поршня 20–30 мм і частоті коливань 6000–9000 хв$^{-1}$. Визначені формули для розрахунку миттєвої та середньої потужності пульсаційного гомогенізатора [6, с. 179].

Для перевірки й уточнення отриманих аналітично результатів необхідна розробка експериментальної установки і проведення експериментальних досліджень. Одним з важливих етапів цього є підбір електродвигуна приводу вібрації поршня. Середня потужність пульсаційного гомогенізатора $P_в$ визначається з виразу [6, с. 179].

$$P_в = 1{,}33\pi^4 h_п \rho_п D^2 n^3 r^2 + 0{,}8\pi^4 C \rho_м D^2 n^3 r^3 + \frac{0{,}43}{K_o} \rho_м \pi^3 D^2 r^2 n^2 . \quad (1)$$

де $h_п$ – товщина поршня, м;

$\rho_п$, $\rho_м$ – відповідно щільність матеріалу поршня та густина молока, кг/м^3;

D – діаметр поршня, м;

n – частота обертання кривошипу (частота коливання пульсації поршня), с$^{-1}$;

r – радіус поршня, м;

C – коефіцієнт лобового опору поршня;

K_o – коефіцієнт живого перетину поршня.

$$K_o = \frac{F_o}{F_п}, \quad (2)$$

де $F_п$ – площа поршня, м^2.

F_o – площа отворів, м^2.

$$F_0 = N \frac{\pi d_o}{4}, \quad (3)$$

де N – кількість отворів поршня;

$d_{отв}$ – діаметр отвору, м.

Таким чином формули (1)–(3) пов’язують потужність гомогенізатора з усіма його параметрами. Розрахуємо необхідну потужність для отримання емульсії з достатньої дисперсністю (0,8–1,2 мкм) (рис. 1).

Достатній середній розмір жирових кульок 1,2 мкм можливо отримати при радіусу кривошипу 10 мм і частоті 7200 хв$^{-1}$ (точка 1 на рис. 1) або при **r**=15 мм і **n**=5800 хв$^{-1}$ (точка 2). При подальшому збільшенні частоти та радіусу кривошипу дисперсність емульсії зростає. Область достатнього ступеня гомогенізації молока для пульсаційного апарату на рис. 1 показана заштрихованою в діапазоні 10<r<15 мм. Мінімальний розмір жирових кульок молочної емульсії – 0,8 мкм [5 с. 66] отримаємо при **r**=15 мм і **n**=9000 хв$^{-1}$. Необхідна потужність електродвигуна при цьому буде рівна 18 кВт. Якщо з’єднати точки 1 і 2 прямою, то в області на графіку вище цієї прямої – отримаємо множину даних r, n, P, при яких дисперсність емульсії молока після обробки в пульсаційному апараті буде достатньою у відповідності з вимогами сучасних технологічних схем виробництва молочних продуктів.

Згідно даних графіку рис. 1 необхідна потужність приводу пульсаційного апарату зменшується при підвищенні частоти коливань поршня. Тому для зниження енерговитрат гомогенізації необхідно підвищувати частоту пульсації поршня.

Мінімальні енерговитрати ***P***=2,8–3,2 кВт можливо отримати при **n**=9000 хв$^{-1}$ та радіусу кривошипу **r**=6–7 мм (амплітуді коливань 12–14 мм). Середній розмір жирових кульок при цьому буде рівним 1,1–1,2 мкм.

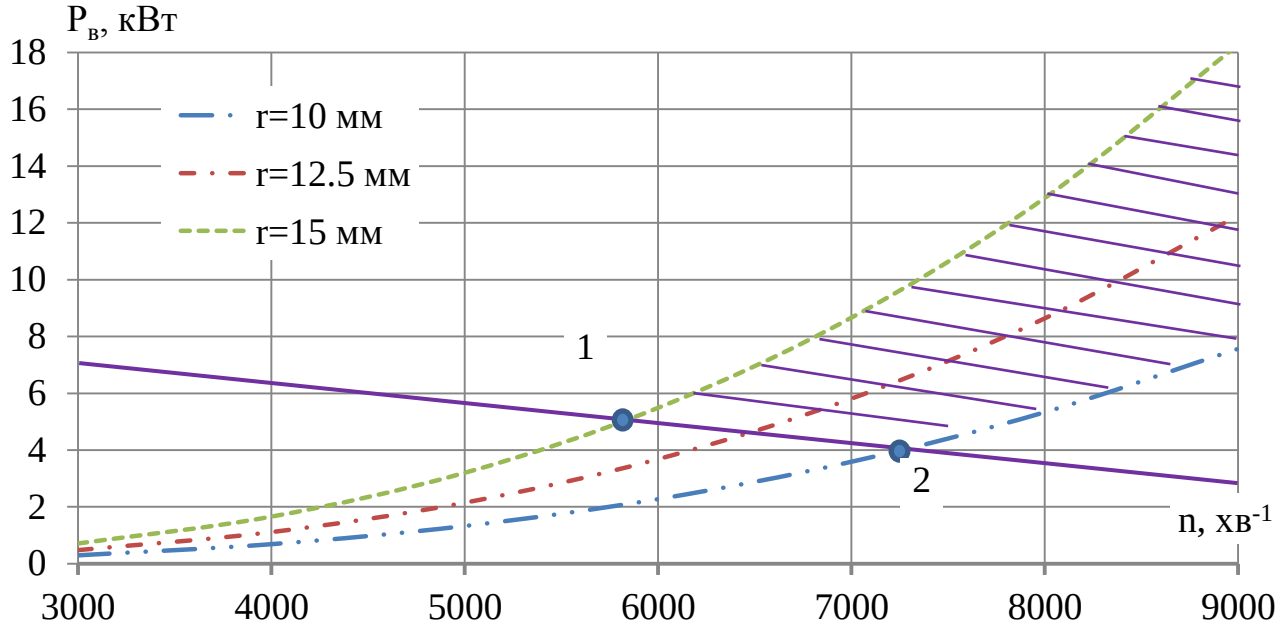

Рис. 1. Залежність потужності електродвигуна приводу пульсаційного апарата від частоти пульсацій поршня n та радіусу кривошипу r *(D=60 мм; K_0=0,5; h_n=5мм; матеріал поршня – корозійностійка сталь)*

Джерело: розробка авторів

Слід зауважити, що крім кінематичних і конструктивних параметрів пульсаційного апарату на ступінь дисперсності впливає подача емульсії в гомогенізатор. При підвищенні подачі продукту зменшується кратність обробки (кількість проходів жирових кульок молока крізь отвори поршня), що знижує ступінь дисперсності але підвищує продуктивність апарату. Характер цього впливу маємо визначити у подальших експериментальних дослідженнях.

Таким чином в результаті аналітичних досліджень визначено, що для зниження енерговитрат пульсаційного гомогенізатора молока необхідно підвищувати частоту коливань поршня. Мінімальна потужність електродвигуна приводу (2,8–3,2 кВт) досягається при частоті 9000 хв$^{-1}$ та амплітуді коливань 12–14 мм при середній дисперсності емульсії 1,1–1,2 мкм.

Список використаних джерел:

1. Нужин Е. В. Гомогенизация и гомогенизаторы: монография / Е. В. Нужин, А. К. Гладушняк. – Одесса: Печатный дом, 2007. – 264 с.

2. Промтов М. А. Машини і апарати з імпульсними енергетичними діями на оброблювані речовини / А.М. Промтов. – М.: «Видавництво Машиностроение-1», 2004. – 136 с.

3. Орешина М. Н. Импульсное диспергирование многокомпонентных пищевых систем и его аппаратная реализация: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.18.12 / Н. М. Орешина. – М., 2010. – 50 с.

4. Паляничка Н. О. Вдосконалення процесу імпульсної гомогенізації молока: автореф... канд. техн. наук, спец.: 05.18.12 / Н. О. Паляничка. – Донецьк: МОН Укр. Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, 2013. – 20 с.

5. Самойчук К. О. Аналітичні дослідження умов диспергування жирової фази молока в пульсаційному гомогенізаторі / К. О. Самойчук, Л. В. Левченко // Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету: Дніпропетровськ – 2016. – № 1(39). – С. 64–67.

6. Дейниченко Г. В. Аналітичні дослідження енерговитрат пульсаційного гомогенізатора молока / Г. В. Дейниченко, К. О. Самойчук, Л. В. Левченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. Наукові праці ХДУХТ: Харків – 2016. – Вип. 1(23). – С. 170–181.

Гаврилко Ю.В.

студент;

Вовк Р.Б.

кандидат технічних наук, доцент,

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ОПИС АЛГОРИТМУ ШИФРУВАННЯ І ДЕШИФРУВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ДНК ТА ГІПЕРХАОТИЧНОЇ СИСТЕМИ РІВНЯНЬ РОССЛЕРА

З розвитком інформаційних технологій зростає обсяг інформації, яка передається, зокрема у вигляді цифрових зображень, а тому зростає потреба у забезпеченні її конфіденційності. В основному існують два типи шифрування: з симетричним ключем, яке використовує один ключ для шифрування й дешифрування; та асиметричним – один ключ для шифрування інший для дешифрування [1]. Для цих типів реалізовано багато різноманітних алгоритмів і в залежності від них визначається безпека даних, і у випадку коли витрати на декодування даних переважають самі дані по значимості то алгоритм шифрування вважається безпечним [2].

Суть методу шифрування зображення полягає в тому, щоб зашифрувати інформацію у вихідному зображенні для того, щоб ніхто не міг отримати вмістиме зображення без ключа розшифрування. Традиційні алгоритми шифрування, такі як DES, IDEA і AES не годяться для шифрування зображень через їх повільну швидкість роботи на реальних масштабах даних та недостатню точність і різне форматування даних. В даний час використовуються нові методи шифрування такі як, наприклад, ДНК шифрування, яке є перспективним в області шифрування інформації [3]. До переваг ДНК шифрування можна віднести паралелізм обчислень, високу щільність інформації та швидкість обчислень, що робить цей метод придатним для шифрування зображень [2]. В даному методі для шифрування використовується формальна модель ДНК, яку можна сформулювати наступним чином: послідовності ДНК включають чотири основи нуклеїнових кислот C (цитозин), T (тимін), A (аденін), G (гуанін), де допускається об’єднання між A і T та C і G. Чотири основи нуклеїнової кислоти C, T, A і G позначають значеннями двійкової системи числення 00, 01, 10, 11, а кожен піксель растрового чорно-білого зображення може бути представлений як