

**Н.О. Паляничка**, канд. техн. наук, доц. (ТДАТУ, Мелітополь)  
**В.Г. Циб**, ст. викл. (ТДАТУ, Мелітополь)

## **ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ІМПУЛЬСНОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА**

Процес гомогенізації є одним із найважливіших технологічних операцій в молочній промисловості. Якість продуктів з використанням гомогенізованого молока набагато вища. Тому гомогенізація стала нормативним процесом у більшості сучасних технологічних схем виробництва питного стерилізованого та пастеризованого молока, кисломолочних продуктів, морозива, молочних консервів, виготовлення сиру тощо. У зв'язку з розвитком технологій до гомогенізованих компонентів, що застосовують, висуваються підвищені вимоги до дисперсності кінцевого продукту.

На сьогодні для гомогенізації молока і молочних продуктів переважно використовують клапанні гомогенізатори. Але аналіз конструкцій клапанних гомогенізаторів показав, що вони мають істотні недоліки: значні габаритні розміри і масу, високу металоємність, високі енерговитрати, швидкий знос робочих поверхонь клапану і досить високу вартість обладнання. Тому необхідне подальше дослідження механізмів подрібнення жирової фази молока для розробки нових, більш ефективних способів гомогенізації або вдосконалення вже існуючих, з метою зменшення енергоємності процесу гомогенізації та збільшення ступеня диспергування молочного жиру. На нашу думку, перспективною в цьому сенсі є імпульсна гомогенізація, яка дозволяє отримати ступінь диспергування не нижче клапанних гомогенізаторів зі значно меншими енерговитратами.

Імпульсний гомогенізатор являє собою циліндр, в середині якого знаходиться шток та два поршні-ударники, які приводяться в коливальні рухи через шток за допомогою приводу. Для більшої ефективності гомогенізації в поршнях-ударниках повинні бути виконані осьові наскрізні отвори. Для підведення і відведення гомогенізуючої рідини в циліндрі є два патрубкі. Для надання штоку імпульсних рухів використовується кривошипний механізм.

Молоко в робочу камеру гомогенізатора з прийнятною ємності подається за допомогою насоса. Вентиль служить для подавання молока під необхідним тиском в насос і робочу камеру гомогенізатора.

Руйнування жирових кульок в імпульсному гомогенізаторі відбувається за рахунок градієнта швидкості, що виникає на виході з отворів поршнів-ударників.

Під час імпульсної гомогенізації енергія витрачається на силу тиску на поршень і силу подачі молока на поршень-ударник. Без урахування втрат в місцевих опорах у отворах поршня-ударника, потужність на процес імпульсної гомогенізації  $N$ , Вт, можна представити у вигляді

$$N = R \cdot v, \quad (1)$$

де  $R$  – сила тиску на поршень, Н;

$v$  – швидкість руху поршня-ударника (подача), м/с.

Силу тиску на поршень визначаємо за формулою

$$R = c \cdot \rho_c \frac{v^2}{2} \cdot S, \quad (2)$$

де  $c$  – коефіцієнт опору, для круглої пластини,  $c=1,1 \dots 1,15$ ;

$S$  – площа поршня,  $S = 0,061 \text{ м}^2$ .

Оскільки в імпульсному гомогенізаторі привід здійснюється за допомогою кривошипа, то швидкість руху поршня-ударника (подача) буде визначатися за виразом

$$v = \omega \cdot r \cdot \sin\varphi \cdot (1 + \lambda \cdot \cos\varphi), \quad (3)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість,  $\omega = \frac{\pi n}{30}$ , рад/с;

$r$  – радіус кривошипа,  $r=0,070$  м;

$\varphi$  – кут повороту кривошипа;

$\lambda$  – відношення радіусу кривошипа до довжини штоку, м.

$$v = 4,71 \cdot 0,07 \cdot \sin 71^\circ \cdot (1 + 0,34 \cdot \cos 71^\circ) = 0,35 \text{ м/с.}$$

Після перетворень, отримуємо

$$N = c \cdot \rho_c \cdot \frac{v^3}{2} \cdot S. \quad (4)$$

$$N = 1,1 \cdot 1029 \cdot \frac{0,35^3}{2} \cdot 0,061 = 1,48 \text{ кВт.}$$

Отже, наведений розрахунок показав, що потужність імпульсного гомогенізатора складе 1,48 кВт, що набагато менше ніж в клапанному гомогенізаторі (18,5 кВт), а отже, можна зробити висновок, що для зниження енерговитрат на гомогенізацію молока доцільно використовувати імпульсний гомогенізатор.