

ОБГРУНТУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ПРОМИСЛОВОГО ЗРАЗКУ СТРУМИННО-ЩІЛИННОГО ГОМОГЕНІЗАТОРА МОЛОКА

Ковальов О. О., канд. техн. наук, асистент.

Самойчук К.О., доктор техн. наук., проф.

Колодій О. С., канд. техн. наук, доц.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного

Диспергування широко використовується в молокопереробній промисловості для отримання однорідних емульсій. В ході її проведення середній діаметр жирових кульок в молоці зменшується з початкових 3–4 мкм до 0,8–1,2 мкм, що обумовлюється технологічними вимогами виробництва [1]. Операція проводиться в складі більшості технологічних процесів з переробки молочної продукції для збільшення терміну зберігання, підвищення поживної цінності виробів, зменшення показнику втрат молочного жиру з тарою [2]. Разом з цим характерною рисою гомогенізації є надмірно високі значення питомих витрат енергії, які для найбільш поширених в промисловості клапанних машин складають понад 8 кВт·год/т готового продукту, що наближується до питомих енерговитрат процесу подрібнення зерна в молоткових дробарках (9–16 кВт·год/т) [1, 3].

Результати перспективних досліджень дозволяють стверджувати, що суттєвого зниження енергетичних витрат на проведення гомогенізації можливо досягти шляхом розробки та впровадження в виробництво конструкцій, принцип дії яких базується на створенні максимальної різниці між швидкостями дисперсійної (знежирене молоко) та дисперсної (вершки) фаз продукту [4]. Прикладом такої конструкції є струминно-щілинний гомогенізатор молока, енергетичні витрати якого згідно результатів аналітичних та експериментальних досліджень є в 5–7 разів нижчими порівняно з найбільш поширеними в промисловості конструкціями клапанних диспергаторів [5].

Для впровадження розроблених конструкцій та практичної реалізації отриманих результатів в умовах реального виробництва необхідно розробити методику розрахунку промислового зразка струминно-щілинний гомогенізатора молока. Серед параметрів, які визначаються послідовністю розрахунку слід назвати продуктивність по знежиреному молоку та вершках, швидкість знежиреного молока, діаметр камери в місці найбільшого звуження, швидкість вершків, надлишкові тиски насосів подачі дисперсійної та дисперсної фази, потужності насосів та питомі енергетичні витрати процесу [6,7]. Отримані результати дозволять розробити промисловий зразок, скласти технічну документацію та передати її виробнику для впровадження в технологічні процеси переробки молока та розрахунку на основі отриманих

даних показників економічної ефективності впровадження промислового зразка струминно-щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків.

Для створення методики розрахунку промислового зразка струминно-щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків використовувались аналітичні залежності та результати обробки експериментальних досліджень. Для досягнення поставленої мети вирішувалось декілька задач, зокрема [4,8]:

- визначались вихідні технологічні дані для розробки промислового зразку струминно-щілинного диспергатора;

- виконувався підбір обладнання, а саме двигунів, видів передач та насосів для подачі дисперсійної та дисперсної фаз продукту.

Вихідними технологічними даними для розрахунку струминно-щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею жирової фази з використанням нормалізації за жирністю є:

- необхідний середній діаметр жирових кульок молока d_{cp} після гомогенізації [3];

- загальна продуктивність струминно-щілинного гомогенізатора Q_z , мінімальні значення якої для промислового зразку складають 1000 кг/год [2,5], або $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$;

- жирність знежиреного молока, що для процесів нормалізації знаходиться на рівні 0,05% [9];

- жирність вершків, що задана технологічними вимогами проведення процесу та згідно результатів аналітичних та експериментальних досліджень для отримання високого ступеню дисперсності має дорівнювати 40–50% [9,10].

Максимальний ступінь дисперсності (0,75-0,80 мкм) серед відомих машин, що використовуються у молокопереробній галузі забезпечують клапанні гомогенізатори [1,10]. При цьому відбувається зменшення середнього розміру жирових кульок у 4 рази. Це є достатнім показником з точки зору технологічних процесів з виробництва молочних продуктів, які використовують гомогенізацію, що дає змогу прийняти його в якості розрахункового параметру промислової установки.

Для подавання вершків в промисловому зразку пропонується використовувати насос ВЕ-G20 НР 0.6, коефіцієнт корисної дії якого складає 0,8. Для приводу насоса використовується асинхронний електричний двигун АИРЕ 71 L-2 потужністю 0,55 кВт з коефіцієнтом корисної дії, що дорівнює 0,71. Для подавання знежиреного молока використовується насос НШП-10, що має максимальну продуктивність на рівні $10 \text{ м}^3/\text{год}$ при тиску 2,4 МПа та коефіцієнті корисної дії 0,81. Між ним та двигуном встановлюється циліндричний редуктор 1ЦУ-160 з передаточним відношенням 2...2,5 та коефіцієнтом корисної дії 0,98 [10]. Для приводу харчового насоса подачі знежиреного молока використовується електричний двигун 3000 с^{-1} АИРС 112 М2 потужністю 7,5 кВт та з коефіцієнтом корисної дії 0,84 [9].

Отримані дані дозволили розробити методику розрахунку основних параметрів промислового зразка струминно-щілинного гомогенізатора молока,

здійснити розробку промислового зразку, передати документацію виробнику та провести оцінку економічної ефективності від впровадження струминно-щілинного гомогенізатора молока в умовах реального виробництва.

Список літератури

1. Ковальов О. О. Аналіз конструкцій гомогенізаторів молока. Праці ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 264-272.
2. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Elaboration of the research method for milk dispersion in the jet slot type homogenizer. EUREKA: Life Sciences». 2020. No. 5. 51–59 pp.
3. Дейниченко Г. В., Самойчук К.О., Ковальов О.О. Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока. Праці ТДАТУ. 2016. Вип. 16. Т. 1. С 219–227.
4. <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/konferenciji/mizhnarodna-naukovo-praktychna-internet-konferencija-novaciji-v-tehnolohiji-ta-obladnanni-hotelno-restorannyh-harchovyh-pererobnyh-vyrobnyctv/sertyfikaty-uchasnykiv-konferenciji-2/>.
5. Ковалев А.А. Перспективы струйно-щелевого гомогенизатора молока // Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали І Всеукраїн. Наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред.. кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 66-69. Інноваційні технології та обладнання галузі.
6. A. Kovalev Determination of the coefficient of the injector-slot milk homogeneity of milk with separate giving of cream // Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали І Всеукраїн. Наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-30 вересня 2020 р.) / ТДАТУ: ред.. кол. В.М. Кюрчев, В.Т. Надикто. – Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С. 63-65.
7. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskyi, V. Chervonyi, D. Horielkov, I. Zolotukhina, A. Slashcheva. Determination of fat milk dispersion quality in the jet-slot type milk homogenizer. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. № 5/11 (107). pp 16–24.
8. Kovalyov, A. Experimental investigations of the parameters of the jet milk homogenizer with separate cream supply [Text] / A. Kovalyov, K. Samoichuk, N. Palyanychka, V. Verkholtantseva, V. Yanakov // Technology audit and production reserves. - 2017. - № 3/3 (35). –pp 33-39.
9. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва: посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка, В. О. Верхоланцева, С. В. Петриченко, О. О. Ковальов: ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – 250 с.
10. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв: підручник / ТДАТУ: К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. – Мелітополь: Вид. «ММД», 2020. – 428с.