

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

Ковальов О. О., канд. техн. наук, асист.,
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 дозволяють 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.

Література:

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. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskiy, 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. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Визначення координат зони подачі вершків у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею жирової фази / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 37-39. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/11.pdf>
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Підвищення енергоефективності гомогенізації при використанні струминно-щілинного диспергатора молока / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 46-48. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/14.pdf>
6. Ковальов О.О., Колодій О.С. Експериментальне визначення коефіцієнту витрат струминних диспергаторів жирової фази молока / Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р. : [матеріали конференції] / під заг. ред. В.М. Кюрчева. – Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С.53 -55. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/ophv/wp-content/uploads/sites/13/17.kovalov-o.o.-kolodij-o.s.eksperymentalne-vyznachenja-koeficientu-vytrat-strumynnyh-dysperhatoriv-zhyrovoyi-fazy-moloka.pdf>
7. Ковалев А.А. Перспективы струйно-щелевого гомогенизатора молока // Інноваційні технології в агропромисловому комплексі: матеріали I 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.
8. 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 I 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.

9. K. Samoichuk, A. Kovalyov, V. Oleksiienko, N. Palianychka, D. Dmytrevskiy, 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.

10. 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.

11. 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.
URL: https://drive.google.com/file/d/1t4FUUOPR4gysmc79FolXsZ-erOgcQj_R/view

12. 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.