СТРУМИННО-ЩІЛИННИЙ ГОМОГЕНІЗАТОР МОЛОКА З РОЗДІЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ВЕРШКІВ

Самойчук К.О., д-р техн. наук, доц.
Ковальов О.О., асист.
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного, м. Мелітополь

Зменшення енергетичних витрат на проведення диспергування з одночасним забезпеченням середнього розміру жирових кульок на рівні технологічно заданих параметрів є пріоритетним завданням науковців та спеціалістів молокопереробної галузі. Це питання є актуальним, зважаючи на той факт, що на гомогенізацію 1 т молока в найбільш поширених у промисловості конструкціях клапанного типу витрачається понад 8 кВт·год/т. Відомі гіпотези гомогенізації не пояснюють сутності процесів, які відбуваються в зоні клапанної щілини, і отже, не можуть виявити напрями розвитку конструкцій, що забезпечать суттєве зменшення енергетичних витрат зі збереженням технологічно заданих параметрів якості гомогенізованого молока.

Перспективні дослідження дозволяють стверджувати, що досягти зменшення енергетичних витрат можна при розробці та впровадженні конструкцій струминних гомогенізаторів молока, дія яких заснована на створенні максимальної різниці між швидкостями дисперсійної та дисперсної фаз продукту. Цей принцип було реалізовано в лабораторній установці струминного диспергатора молока щілинного типу, до камери якого подається попередньо знежирене молоко, яке, проходячи вздовж камери, досягає місця найбільшого звуження, де до нього крізь кільцеву щілину додається необхідна кількість вершків, що обчислюється за рівнянням матеріального балансу.

У ході досліджень було виявлено сталі та змінні фактори процесу, проведено аналітичні та експериментальні дослідження, надано оцінку економічної ефективності від упровадження гомогенізатора. До змінних факторів слід віднести тиск подачі знежиреного молока, діаметр камери в місці найбільшого звуження, ширину кільцевої щілини та жирність вершків. Проведені аналітичні дослідження дозволяють стверджувати, що діаметр камери в місці найбільшого звуження не має суттєвого впливу на середній діаметр жирових кульок після диспергування. Уведений коефіцієнт щілинної гомогенізації, що враховує вплив жирності та швидкості подачі вершків, ширину щілини в місці найбільшого звуження, має наближатися до максимальних значень. У разі використання щілини,

розмір якої не перевищує 0,1–0,4 мм, та застосування вершків жирністю 15%, енергетичні витрати на диспергування складають 1,5 кДж/кг, а зі збільшенням ширини до 0,5–0,9 мм та використанням вершків тієї самої жирності енергетичні витрати процесу не перевищують 0,33 кДж/кг.

Оптимізація параметрів струминно-щілинного гомогенізатора молока дозволяє виявити, що забезпечити зниження енергетичних витрат за середнього розміру жирових кульок близько 0,8 мкм можна досягти, використовуючи камеру, яка має циліндричний профіль внутрішніх поверхонь, при цьому діаметр камери має дорівнювати 3,5–4,0 мм. За таких умов та продуктивності гомогенізатора на рівні 660–870 кг/год енергетичні витрати на проведення гомогенізації не будуть перевищувати 0,19кДж/кг.

Проведені експериментальні дослідження дозволяють зробити висновок, що отримати жирові кульки, середній діаметр яких знаходиться межах 0,8–1,2 мкм можна при швидкості подачі знежиреного молока, що дорівнює 48–70 м/с, при діаметрі камери в місці найбільшого звуження 0,8–1,2 мм.

У разі використання щілини, ширина якої складає 0,5 мм, для отримання жирових кульок розміром 0,85 мкм швидкість подачі вершків має дорівнювати 22–23 м/с. При використанні вершків більшої жирності (35%) необхідна швидкість подачі вершків має коливатися в діапазоні 9–12 м/с, а при зменшенні жирності до 15% швидкість подачі вершків для отримання жирових кульок із середнім діаметром 0,85 мкм зростає до 27 м/с та більше. Збільшення швидкості подачі вершків приводить до зменшення різниці швидкостей знежиреного молока та вершків, що є необхідною умовою подрібнення в гомогенізаторі цього типу. Експериментальне дослідження зв’язку між шириною щілини в місці подачі вершків та жирністю дисперсної фази дозволяє стверджувати, що для отримання продукту з середнім розміром жирових кульок 0,85 мкм та при ширині щілини, яка дорівнює 0,5 мм, необхідно використовувати вершки, жирність яких складає 30–35%.

Аналіз експериментальних даних відносно потужності, що використовується для забезпечення роботи установки, дозволяє стверджувати, що отримані результати в цілому збігаються з результатами аналітичних досліджень, перевищуючи їх на 7–12%, що пояснюється втратою потужності на приведення устаткування в дію. Упровадження гомогенізатора у виробництво забезпечило зменшення експлуатаційних витрат на 56%, питомих енерговитрат на 59%, дозволило отримати прибуток у розмірі 38,13 грн/т, при цьому термін окупності капітальних вкладень не перевищує 0,29 року.