

АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ДИСПЕРГУВАННЯ В СТРУМИННО–ЩІЛИННОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ МОЛОКА ВТОРИННИХ МЕХАНІЗМІВ РУЙНУВАННЯ

Кузьмін К.С., 31 ГМ
Керівник Ковальов О.О., асист.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Анотація – проведено аналіз вторинних факторів і механізмів, які призводять до руйнування жирових кульок в струминно–щілинному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків.

Зниження енергоємності диспергування являє собою одне з головних проблемних питань для спеціалістів молокопереробної галузі та науковців. Складність дослідження шляхів зниження енерговитрат гомогенізації пов'язана з високими швидкостями руху рідини та мікроскопічним діаметром жирових кульок. Результати перспективних досліджень дозволяють стверджувати, що забезпечити суттєве зниження енерговитрат можливо за рахунок розробки конструкцій, принцип дії яких полягає в створенні максимальної різниці між швидкостями знежиреного молока та вершків.

Однією з них є розроблений на кафедрі ОПХВ (ТДАТУ) лабораторний зразок струминно–щілинного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків (СЩГРВ) [1-3]. Принцип його дії полягає в тому, що попередньо знежирене молоко (ЗМ) подається до гомогенізуючого вузлу, що містить конфузур, у місці найбільшого звуження якого до ЗМ крізь кільцеву щілину подається необхідна кількість вершків (виходячи з необхідної жирності гомогенізованого молока). Проходячи розташований за кільцевою щілиною дифузур жирові частки зазнають 4–5 разового зменшення середнього діаметра жирових кульок (СЖК), а готовий продукт відводиться крізь окремий патрубок.

Результати аналітичних досліджень дотичних напружень, величина яких на відміну від нормальних напружень має суттєве значення для руйнування жирової кульки. Отримані результати свідчать, що для 1,4 кратного збільшення величини дотичних напружень діаметр конфузору в місці подачі вершків має складати 2мм та менше.

Визначена довжина шляху змішування, як відстані, яку повинна пройти жирова кулька після включення до потоку знежиреного молока доки її швидкість не зрівняється зі швидкістю руху потоку дисперсійної фази. В діапазоні діаметра конфузору в місці найбільшого звуження $d_k=2..4\text{мм}$, l_{zm} дорівнює відповідно 0,78...1,56 мм, що дозволяє виходячи з

швидкості подачі знежиреного молока обчислити час руйнування жирової кульки в потоці та перевірити наявність в СЦГРВ такого механізму руйнування, як подрібнення за відсутності зіткнення жирових кульок [4-6].

Визначено товщину граничного шару, величина якого за різними оцінками для СЦГРВ змінюється від $1,2 \cdot 10^{-3}$ мм до $3,8 \cdot 10^{-2} \dots 5,3 \cdot 10^{-2}$ мм. Така незначна товщина граничного шару в якому створюється високий градієнт швидкості та необхідні умови для руйнування жирових кульок дозволяє стверджувати, що цей механізм зменшення (СЖК) не може бути визнаний як головний, зважаючи на невелику кількість жирових кульок, що зазнають руйнування в цій зоні.

Оскільки з врахуванням товщини граничного шару руйнування жирових кульок поблизу твердої поверхні, де створюються високі значення градієнту швидкості є проблематичним, основним механізмом за якого також виникають великі значення градієнтів швидкості залишається створення різниці між швидкостями знежиреного молока та вершків. Наведені результати аналітичних досліджень дозволили знайти формулу, запропоновану Хінце, яка пов'язує величину дотичних напружень з критичним значенням критерію Вебера, який є основною величиною, значення якої стверджувати про наявність або відсутність процесу диспергування жирових кульок в СЦГРВ.

Дослідження вторинних механізмів руйнування жирових кульок, наприклад осциляції, як подрібнення, що може бути присутнє в СЦГРВ при спів паданні частоти власних та вимушених коливань жирової кульки, за якої відбувається явище резонансу та руйнування первинної краплі на більш дрібні. Результати проведеного дослідження дозволяють стверджувати про присутність в СЦГРВ явища осциляції, але оскільки не виконується необхідна для подрібнення за цим механізмом умова (резонанс), суттєвого значення на процес руйнування жирових кульок вона не має.

Дослідження впливу інших факторів та механізмів, які впливають на руйнування жирових кульок молока дозволив встановити, що руйнування під впливом турбулентних пульсацій буде мати місце в СЦГРВ, оскільки процес диспергування в зоні пристінних шарів відповідає необхідним вимогам. Але враховуючи, що в пристінному шарі руйнується незначний відсоток від загальної кількості жирових кульок, цей механізм слід віднести до другорядних факторів, які обумовлюють руйнування жирових кульок в СЦГРВ [7-8].

Аналіз можливості руйнування жирових кульок в СЦГРВ під дією динамічних навантажень в залежності від часу перебування часток дисперсної фази та періоду їх власних коливань в зоні взаємодії з потоком знежиреного молока свідчить, що зменшення СЖК при цьому має квазістатичний характер та значною мірою залежить від величини критерію Вебера.

Література:

1. 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.
2. Самойчук К. О., Серий І. С., Ковальов О. О. Розробка промислового зразку та оцінка економічної ефективності впровадження струминно-щілинного гомогенізатора молока // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 1. С. 15–25.
3. Дейниченко Г.В. Протитечійно-струминна гомогенізація молока: Монографія / Г.В. Дейниченко, К.О. Самойчук, С.В. Кюрчев, В.О. Олексієнко, Н.О. Паляничка, В.О. Верхоланцева. – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2017. – 188 с.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О.. Струминно-щілинний гомогенізатор молока з роздільною подачею вершків. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності: третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р / Харків: ХДУХТ, 2019. 77-78 с.
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Серий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету / ТДАТУ імені Дмитра Моторного. Мелітополь: ТДАТУ імені Дмитра Моторного, 2019. Вип. 19, т. 3. С. 78–85.
6. Samoichuk K. O., Palianychka N. O. Impulse milk homogenisation: Collective monograph / Modern engineering research: topical problems, challenges and modernity. – Prague, Czech, Riga : Izdevnieciba “Baltija Publishing”, 2020. P. 460–479.
7. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Лебідь М.Р. Економічна ефективність упровадження струминного гомогенізатора молока щілинного типу/ Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Розвиток харчових виробництв ресторанного та готельного господарств і торгівлі: проблеми, перспективи, ефективність». Харків: ХДУХТ, 2019. – С. 249–250.
8. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Лубко Д.В. Моделювання параметрів струминного гомогенізатора молока щілинного типу. Праці ТДАТУ. – Мелітополь, ТДАТУ. – Вип. 18. Т.2 – 2018. – С. 286–292.