

ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ЗОНИ ПОДАЧІ ВЕРШКІВ У СТРУМИННОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ МОЛОКА З РОЗДІЛЬНОЮ ПОДАЧЕЮ ЖИРОВОЇ ФАЗИ

Самойчук К.О., докт. техн. наук, доц.,
Ковальов О.О., асистент

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Гомогенізація відноситься до нормативних операцій та входить до складу технологій виробництва більшості молочних продуктів. Диспергування жирової фази молочної емульсії проводиться з метою зменшення середнього діаметра жирових кульок та забезпечення їх рівномірного розподілу в об'ємі молочної плазми [1]. Разом з цим операція характеризується високими питомими витратами енергії, значення яких для найбільш розповсюджених у промисловості клапанних гомогенізаторів сягає понад 7 кВт·год/т. Спроби дослідників запропонувати енергоефективну конструкцію ускладнюються відсутністю загальної теорії процесу, що пов'язано з мікроскопічним діаметром досліджуваних часток та високими швидкостями їх руху [2].

Результати перспективних досліджень дозволяють стверджувати, що досягти суттєвого зниження питомих енерговитрат на проведення гомогенізації можливо за рахунок дослідження конструкцій струминного типу [3, 4]. Їх принцип дії заснований на створенні конструкцій, у яких забезпечується максимальна різниця між швидкостями дисперсійної та дисперсної фаз [5]. Конструктивні рішення таких диспергаторів як з точки зору забезпечення технологічно заданого середнього діаметра жирових кульок (0,8–1,2 мкм), так і з точки зору зниження питомих енерговитрат доцільно планувати на основі принципу роздільної подачі знежиреного молока та вершків. Однією з таких конструкцій є розроблений на базі кафедри ОПХВ (ТДАТУ) лабораторний зразок струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею жирової фази (СГЗРФ) [6]. Принцип дії цього гомогенізатора полягає в тому, що після попереднього проведення сепарації знежирене молоко з високою швидкістю подається до місця найбільшого звуження камери гомогенізації. В цій зоні до дисперсійної фази (знежиреного молока) по каналу невеликого діаметра зі меншою швидкістю подається необхідна кількість дисперсної фази (вершків) [7]. Окрім зниження питомих енергетичних витрат процесу диспергування з точки зору конкурентоздатності важливо забезпечити необхідний ступінь гомогенізації, тобто зменшення середнього діаметра жирових кульок. Отже дослідження параметрів СГЗРФ повинно виходити з умови мінімізації енергетичних витрат при отриманні якомога більшого ступеня гомогенізації.

Проведення моделювання полів швидкостей в програмному комплексі кінцево-елементного аналізу ANSYS, дозволяє отримати не осереднені, а миттєві значення швидкостей та скоротити обсяг експериментальних досліджень [8]. Серед отриманих результатів дослідження залежності полів

швидкостей при різних значеннях надлишкового тиску подачі найбільший інтерес являє характер перебігу процесу в центральній частині гомогенізуючого вузлу, де й відбувається диспергування жирової фази молочної емульсії [9, 10]. Отримані дані (рис. 1) дозволяють стверджувати про наявність зсуву зони локалізації максимальної різниці швидкостей фаз в залежності від робочого тиску процесу.

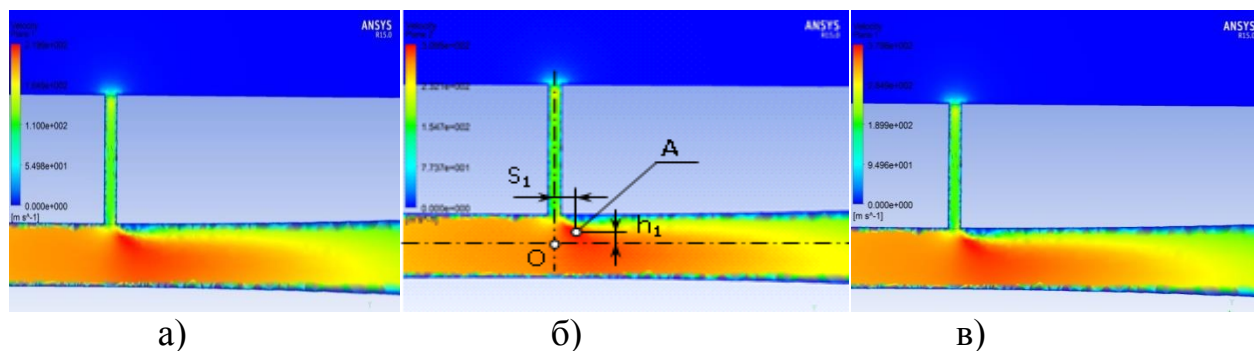


Рис. 1. Поля швидкостей при тиску подачі знежиреного молока: а) $\Delta p_1=3\text{МПа}$; б) $\Delta p_1=6\text{МПа}$; в) $\Delta p_1=9\text{МПа}$ (при діаметрі центрального каналу $d_{ц.к.}=2\text{мм}$ і діаметрі каналу подачі вершків $d=0,5\text{мм}$).

Аналіз отриманих залежностей (рис. 1) свідчить, що з підвищенням надлишкового тиску біля поверхні в місці найбільшого звуження центрального каналу зростає градієнт швидкості, та відбувається підвищення ефективності диспергування. Однак в цій зоні проходить незначний об'єм продукту, отже її впливом на процес диспергування можна знехтувати. В процесі руйнування жирових кульок визначальну роль відіграє різниця швидкостей знежиреного молока та вершків в місці входження струменю дисперсної фази до швидкісного потоку дисперсійного середовища. Швидкість подачі дисперсійної фази в місці включення вершків змінюється від 21 м/с при 3 МПа до 36 м/с при 9 МПа. Для підвищення різниці між швидкостями знежиреного молока та вершків необхідно забезпечити подачу дисперсної фази в точці О (рис. 1б). А оскільки ця зона з підвищенням надлишкового тиску змінює положення, необхідно коригувати координати цієї ділянки в горизонтальній та вертикальній площині [8]. Для цього необхідно емпіричним шляхом знайти координати точки подачі вершків у горизонтальній та вертикальній площині S_1 та h_1 .

Проведені експериментальні дослідження дозволили побудувати графіки залежностей в функціях $S_1=f(\Delta p_1)$ та $h_1=f(\Delta p_1)$ та знайти емпіричні формули, які являють скориговану координату місця подачі жирової фази (1) та (2) [8]

$$S_1 = 0,05\Delta p_1 + 0,6, \quad (1)$$

$$h_1 = 0,02\Delta p_1 + 0,28. \quad (2)$$

В лабораторній установці СГЗРФ канал подачі дисперсної фази виконано у вигляді голки, відстань якої від торцевої частини якої до стінки камери

гомогенізації h_1 можна регулювати [6]. На бічній поверхні виконано декілька наскрізних отворів, які дозволять забезпечити коригування горизонтальної координати S_1 [6]. Таким чином отримані координати точки подавання вершків дозволять скоригувати подачу вершків, забезпечивши їх надходження в місці максимальної різниці швидкостей фаз, що дозволить підвищити ефективність диспергування молочного жиру.

Література:

1. Кузьмін К.С., Ковальов О.О. Технологічні способи забезпечення стабільності дисперсної фази при гомогенізації молока // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції». м. Кропивницький, 9-11 квітня 2020 р. Кропивницький, 2020. С 62 – 64.
2. Ковалев А.А., Колодій А.С. Качество диспергирования и энергозатраты промышленного образца струйно-щелевого гомогенизатора молока // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2020. – С. 256 – 258.
3. Самойчук К.О. Механізм руйнування жирових кульок у струминному гомогенізаторі з роздільним подаванням вершків /К.О.Самойчук, О.О.Ковальов// – Донецьк: ДонНУЕТ. – 2013. – Вип. 30. – С.148 – 155.
4. Самойчук К.О. Якість та енергетична ефективність процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків /К.О.Самойчук, О.О.Ковальов, В.О.Султанова // Праці ТДАТУ – Мелітополь: 2015. – Вип15. – Том1.С 241 – 249.
5. Дейниченко Г. В. Конструкції струминних диспергаторів жирової фази молока /Г. В. Дейниченко, К.О.Самойчук, О.О.Ковальов // Праці ТДАТУ – Мелітополь: 2016. – Вип16. – Том1. С 219 – 227.
6. Самойчук К.О. Розробка лабораторного зразка струминного гомогенізатору з роздільною подачею вершків/ К.О.Самойчук, О.О.Ковальов. Праці ТДАТУ – Мелітополь: 2011 – 77 – 84с.
7. Kovalyov, A. Experimental investigations of the parameters of the jet milk homogenizer with separate cream supply [Text] / A. Kovalyov, K. Samoichuk, N. Palyanychka, V. Verkholyantseva, V. Yanakov // Technology audit and production reserves. - 2017. - № 3/3 (35). –pp 33-39.
8. Самойчук К.О., Ковалев А.А., Бездінний А.А. Моделирование процесса струйной гомогенизации молока с раздельной подачей сливок. Могилев. 2015. Вип.2 (19). С. 69–76.
9. Самойчук К.О. Використання нормалізації у струминному гомогенізаторі молока з роздільною подачею вершків / К.О. Самойчук, О.О. Ковальов// Праці ТДАТУ.: Мелітополь – 2014. – Вип.14, Т.1. – С. 37 – 45.
10. Самойчук К.О. Аналіз сил дроблення жирових кульок в струминному гомогенізаторі/К.О.Самойчук, О.О.Ковальов//Наукові праці півд. Філіалу НАУ біоресурсів та природокористування «Кримський аграрний університет», Симферополь 2013 Технічні науки вип.153, стр 26 – 34.