

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРУЙНО–ЩЕЛЕВОГО ГОМОГЕНИЗАТОРА МОЛОКА

Ковалев А. А (Украина, Мелитополь, ТГАТУ)

Постановка проблемы. Гомогенизация является одним из наиболее затратных процессов, составляющих технологию производства молочных продуктов. Наиболее распространенная в молочной промышленности конструкция клапанного гомогенизатора имеет удельные затраты энергии на уровне 8 кВт·ч/т гомогенизированной молочной эмульсии. При этом в процессе обработки молока на клапанных гомогенизаторах средний размер получаемых жировых шариков составляет около 0,85 мкм. Этот показатель находится в диапазоне значений средних размеров жировых шариков, обусловленных требованиями нормативной документации (0,8–1,2 мкм) и полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к качеству продукта [1].

Снижение энергозатрат при обеспечении необходимого качества (требуемой дисперсности) молочной эмульсии имеет ряд трудностей, основной из которых является отсутствие единой теоретической базы процесса диспергирования. Отсутствие данных, которые исчерпывающе объясняют суть процессов, происходящих в области клапанной щели, объясняется микроскопическими размерами жировых шариков (менее 1 мкм), высокими скоростями протекания процесса (более 100 м/с), низкой прозрачностью молочной эмульсии и рядом других факторов. Исследования, проведенные при изучении перспективных способов повышения энергоэффективности процесса, выделяют в качестве основного фактора, обеспечивающего уменьшение размеров жирового шарика и, следовательно, обеспечения необходимого качества молока разницу между скоростями дисперсионной (обезжиренное молоко) и дисперсной (сливки) фазами продукта [2, 3].

Основные материалы исследования. Среди устройств, обеспечивающих максимальную разницу скоростей фаз, выделяются малоизученные

конструкции струйных гомогенизаторов [2, 4]. Для изучения возможности снижения энергетических затрат диспергирования при обеспечении среднего размера жировых шариков на уровне технологически обусловленных значений на базе кафедры Оборудование пищевых и перерабатывающих производств имени профессора Ф. Е. Ялпачика (ТГАТУ, Мелитополь) была разработана лабораторная установка струйно-щелевого гомогенизатора молока [4, 5].

Рабочая камера установки состоит из диффузора и конфузора, внутренние поверхности которых имеют форму коноида, которая является наиболее оптимальной с точки зрения обеспечения максимальной дисперсности готового продукта при минимизации энергетических затрат на его производство [4]. Диффузор и конфузор формируют место наибольшего сужения центрального канала камеры гомогенизации, в котором к предварительно обезжиренному молоку, поступающему через отдельный патрубок, в месте локализации наибольшей скорости потока из емкости со сливками через узкую щель перпендикулярно потоку дисперсионной фазы обеспечивается подача тонкой струи сливок [6]. Гомогенизированное молоко отводится через отдельный патрубок. Согласно результатам аналитических исследований при таком способе подачи сливок создается гидродинамический режим, при котором достигаются необходимые критические значения критерия Вебера, определяющего уменьшение средних размеров жировых шариков до 0,8–1,2 мкм. Этот режим характеризуется равномерным воздействием на центральную и периферийную части струи сливок [4, 6]. При этом за счет перпендикулярной подачи дисперсной фазы обеспечивается максимально возможная разница скоростей обезжиренного молока и сливок, что обуславливает повышение дисперсности гомогенизированной молочной эмульсии.

В результате этого под действием возникающих в области щели тангенциальных напряжений происходит вытягивание жирового шарика. При этом он приобретает форму цилиндра, который после превышения определенного отношения длины к диаметру разрушается с образованием нескольких жировых шариков меньшего размера из одного образования, выступающего в роли материнской капли [6]. Дополнительным преимуществом

конструкции такого типа является возможность одновременного проведения гомогенизации и нормализации, выполнение которой обеспечивается путем подачи определенного количества сливок, рассчитанного исходя из уравнения материального баланса [7]. Конструкция струйно–щелевого гомогенизатора молока обеспечивает снижение скорости подачи дисперсной фазы по сравнению с струйным гомогенизатором молока с отдельной подачей сливок, в котором сливки подаются по тонкому (0,6–0,8мм) каналу [2, 6]. Использование в предлагаемом гомогенизаторе кольцевой щели позволяет увеличить площадь контакта струи сливок с потоком обезжиренного молока и снизить скорость их подачи, а также давление и энергозатраты диспергирования [4, 5].

Другой проблемой струйного гомогенизатора молока с отдельной подачей сливок является процесс ускоренной облитерации тонких каналов подачи сливок [4]. Использование кольцевой щели не позволяет решить проблему, поскольку в этом случае зарастание внутренних поверхностей происходит с меньшей скоростью, однако проблема надежности остается нерешенной.

Для решения проблемы рекомендуется изготавливать одну из внутренних поверхностей гомогенизатора (диффузор или конфузор) подпружиненным [5, 8]. Эта мера позволит увеличивать зазор между равномерно зарастающими внутренними поверхностями конфузора и диффузора, формирующих кольцевую щель и обеспечивать оптимальную ширину щели в течение более продолжительного периода эксплуатации (между плановыми ТО).

Результаты и выводы. Разработанный струйно–щелевой гомогенизатор полностью удовлетворяет требованиям к дисперсности гомогенизированного молока. Кроме этого за счет использования кольцевой щели в конструкции удалось достичь снижения энергозатрат относительно наиболее энергоэффективной конструкции струйного гомогенизатора молока с отдельной подачей сливок. Одной из проблем конструкции является облитерация внутренних поверхностей щели, для решения которой в промышленном образце рекомендуется выполнять диффузор или конфузор подпружиненными.

Список литературы

1. Фиалкова Е.А. Гомогенизация. Новый взгляд: монография–справочник СПб: ГИОРД. 2006. 392с.
2. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Розробка лабораторного зразка струминного гомогенізатору з роздільною подачею вершків. Праці ТДАТУ. 2011. 77–84 с.
3. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Підвищення ефективності струминного гомогенізатору молока з роздільною подачею вершків. *Інноваційні енерготехнології* : Зб. праць 5-ї наук.-практ. конф. Одеса: ОНАХТ, 2015. С 246–252.
4. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Аналітичні параметри процесу струминної гомогенізації молока з роздільною подачею вершків. Наукові праці ОНАХТ. 2013. Вип.43. С.77–81.
5. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Паляничка Н.О., Колодій О.С., Лебідь М.Р. Експериментальні дослідження параметрів струминного гомогенізатора молока з роздільною подачею вершків щільового типу. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.2. С 117 – 129.
6. Самойчук К.О., Ковальов О.О. Механізми диспергування жирових кульок в струминному гомогенізаторі молока. Наукові праці ОНАХТ. 2016. Т.80. Вип. 1. С. 103–107.
7. Степанова Л.И. Справочник технолога молочного производства. Т.1. Цельномолочные продукты. СПб: ГИОРД. 2000. 384 с.
8. Самойчук К.О., Ковальов О.О., Колодій О.С., Сєрий І.О. Оптимізація експериментальних параметрів та визначення експериментального значення критерію Вебера струминно-щілинного гомогенізатора молока. Праці ТДАТУ. 2019. Вип.19. Т.3. С 78–85.