

## **Аппаратурное оформление процессов диспергирования в пищевой промышленности.**

Аспирант Орлов П.В., студент Лымарь А.В.

Комплексным показателем качества эмульсии служит стойкость эмульсии. Стойкость характеризуется временем, в течение которого эмульсия разрушается, и объемом дисперсной фазы, выпавшей в процессе коалесценции на фоне эмульсии. Комплексность показателя качества эмульсии заключается в том, что эта стойкость зависит не только от степени диспергирования фазы, она также определяется составом и структурно-механическими свойствами сорбционного слоя на границе раздела фаз, который предотвращает последующую коалесценцию фазы [1].

Диспергирование широко применяется в производстве сливочного масла, маргарина, майонеза, кремов, продуктов с биологически активными добавками и др. В настоящее время это связано в том числе с возможностью создания широкого ассортимента комбинированных продуктов на основе компонентов природного происхождения. Кроме того, в результате эмульгирования повышается стабильность эмульсии, что очень важно при длительном хранении продуктов, и возрастает питательная ценность продуктов с эмульсионной структурой, поскольку такие продукты легче усваиваются в организме человека. В связи с этим разработка современных аппаратурных оформлений процессов получения дисперсий пищевых продуктов является актуальной задачей. При этом особое внимание уделяется разработке и обоснованию принципиально новых эффективных энерго- и ресурсосберегающих технологий [1-11].

Наиболее распространенным способом получения дисперсий является механическое перемешивание с помощью мешалок различных конструкций. При этом быстроходные мешалки (винтовые, лопастные, импеллерные, турбинные, фрезерные) чаще всего применяются для обработки невязких продуктов. Тихоходные мешалки -якорные и рамные, их используют при ламинарном перемешивании высоковязких дисперсий. Реже применяют ленточные и шнековые мешалки, которые также используют для высоковязких пищевых продуктов.

Для проведения процессов диспергирования и получения эмульсий в основном используют клапанные, центробежные, вакуумные, ультразвуковые, импульсные электрогидравлические гомогенизаторы и роторно-пульсационные аппараты [2].

Наиболее распространены гомогенизаторы клапанного типа, в которых обрабатываемая смесь под высоким давлением, от 8 до 25 МПа, прогоняется через узкую кольцевую щель, образованную клапаном и клапанным седлом. Главное их достоинство в том, что при обработке продуктов можно получить высокодисперсную эмульсию со средним диаметром дисперсной фазы 1,0-

1,8мкм. Однако их существенным недостатком является быстрый износ уплотнений и клапанов. К тому же, они обладают большой энергоемкостью и сложностью обслуживания. В центробежных гомогенизаторах под действием вращения ротора жидкость под давлением проходит через сопла или щелевые отверстия. Центробежные аппараты проще клапанных, они менее металлоемки, в них нет быстроизнашивающихся деталей. Основной их недостаток - значительное вспенивание продукта в ходе его обработки, что сдерживает широкое внедрение этих аппаратов при производстве эмульсионных неаэрированных молочных продуктов [5,7,12].

Вакуумная гомогенизация позволяет избежать недостатков клапанных гомогенизаторов. Более того, получить такие характеристики молока, которые при клапанной гомогенизации не достигались: снижается кислотность, повышается термостойкость, происходит дегазация, дезодорация молока, а также частичное подавление микрофлоры. Сущность метода основывается на том, что многократное адиабатное вскипание молока в камерах приводит к дроблению жировых шариков молока. При вакуумной гомогенизации широта распределения жировых шариков по размерам сравнима с клапанной, однако их средний размер несколько больше и составляет 1,5-2,5 мкм [11].

В последнее время в масложировой промышленности все чаще встречаются акустические диспергаторы. Принцип их действия базируется на использовании колебаний звукового или ультразвукового диапазона для разрушения капель дисперсной фазы. Как правило, это гидромеханические генераторы, которые представляют собой наиболее простые и экономичные источники колебаний в ультразвуковом диапазоне частот [9]. Акустическое эмульгирование позволяет регулировать дисперсность образующихся эмульсий в широких пределах, начиная с размера 0,1мкм. Эти аппараты менее энергоемки, чем клапанные, компактны и удобны в обслуживании, при этом одновременно с ультразвуковым диспергированием и эмульгированием наблюдается разрушение микрофлоры и клеток микроорганизмов. В результате продукты могут храниться более длительное время. Представляет интерес комбинированное (одновременное и последовательное) воздействие ультразвукового и магнитного полей на процесс эмульгирования. Указанный выше метод весьма перспективный, однако он находится на стадии лабораторных исследований[2].

В последние годы возникла и успешно апробирована идея нового оригинального метода диспергирования – с помощью взаимного наложения кавитационных процессов, процессов центробежного взаимодействия среды различной плотности и процесса их динамического взаимодействия с поверхностью вращающихся рабочих органов [8]. Однако действующий процесс дробления частиц остается малоизученным. Это в значительной мере затрудняет создание высокоэффективных машин для получения эмульсионных продуктов не только водно-жировой структуры, но и более сложных смесей с включением различных растительных компонентов (фрукты, овощи и др.) [2].

В настоящее время более широкое распространение получают способы диспергирования эмульсионных систем в роторно-пульсационных аппаратах (РПА) различной модификации. В РПА воздействие на поток обрабатываемой среды обеспечивается принудительным перекрытием каналов его течения в системе вращающийся ротор - неподвижный статор. При этом в потоке возникают завихрения, удары, кавитация, создающие хороший диспергирующий эффект. При исследовании дисперсности эмульсий, приготовленных на РПА, установлено, что в целом средний диаметр частиц дисперсной фазы не превышает 1мкм, что, в свою очередь, свидетельствует о высокой агрегативной устойчивости эмульсии и хорошей ее усвояемости [2].

Процесс диспергирования также можно осуществить в мельницах тонкого измельчения (шаровых, коллоидных и др.), пропуская смесь через узкие зазоры между твердыми поверхностями. Коллоидная мельница – это система, построенная по принципу ротор-статор, где эмульгируемая среда обрабатывается трущимися частями мельницы. По данным исследований специалистов фирмы «Koruma GmbH» установлено, что дисперсность получаемых в ней смесей прямо пропорциональна скорости вращения и времени обработки. Исследования показали, что устойчивость получаемых в коллоидной мельнице эмульсий обратно пропорциональна величине рабочей щели между конусами, ее увеличение во многом снижает эффективность эмульгирования. В связи с этим для получения в коллоидных мельницах более высокодисперсных эмульсий целесообразно увеличивать коэффициент трения или уменьшать величину зазора, что в прочем, одно и то же. Однако следует учитывать тот факт, что при работе на малых зазорах заметно снижается производительность коллоидной мельницы [9].

Существуют аппараты, где эмульсия получается благодаря возвратно-поступательному движению мешалки. В них применяют так называемые вибрационные мешалки. Обычно такие мешалки выполнены в виде пластин или дисков, закрепленных на вертикальных штангах, которые совершают возвратно-поступательные движения. Существуют также пульсационные мешалки, которые конструктивно выполнены в виде погруженной в аппарат камеры с системой разнообразных сопел [9].

Ближе к ним по своему инженерному решению расположены гидродинамические диспергаторы, которые представляют собой форсунку с суженным соплом, реактивная струя которой отбивается близко расположенным отражателем. Очень важно отметить, что в некоторых аппаратах расстояние до отражателя регулируется. [9].

Некоторые производители оборудования предлагают множество универсальных аппаратов, объединяющих в себе несколько функций. К таким аппаратам относятся эмульсаторы. Эмульсатор в одном механизме объединяет функции трех машин: диспергатора, мешалки и насоса, при этом производится тонкое измельчение продукта; смешивание компонентов в одной емкости за любое заданное время до любой консистенции; передача продуктов под давлением на определенное расстояние. Такие аппараты

нашли применение при производстве маргарина, майонеза, различных паст. При оптимальном режиме эмульгирования в эмульсаторах получают высокодисперсную эмульсию с жировыми шариками величиной от 6 до 15 мкм [4].

Вышеперечисленные аппаратные оформления позволяют получать дисперсии с размером частиц до 10-1 мкм. Повысить эффективность эмульгирования позволяет применение поверхностно-активных веществ (ПАВ), снижающих поверхностную энергию диспергируемых твердых частиц или жидкостей и работу диспергирования. Кроме того, они препятствуют агрегации, т. е. слипанию мелких частиц и слиянию капель (коагуляции и коалесценции) [12]. Дополнительно стойкость эмульсии можно повысить, используя гидродинамический контур, состоящий из трубопроводов и насоса, который многократно перекачивает эмульсию из нижней части смесителя (мешалки) в верхнюю. Проведенные исследования показали, что стойкость эмульсии можно увеличить на 10-16 %, при этом время образования эмульсии сокращается почти в 2 раза [10]. Перспективным направлением снижения энергоемкости оборудования для диспергирования является применение ультразвуковых и роторно-пульсационных аппаратов.

## Список литературы

1. Шестаков С.Д. Кавитационный реактор, как средство приготовления и стабилизации эмульсий для хлебопекарной промышленности // «Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья» №3,2003.
2. Михалкина Г.С., Петрова С.П. и др. Роторно-импульсные аппараты для производства эмульсионных продуктов. // «Пищевая промышленность» , №4,2000.
3. Таранцев, Электродинамическое эмульгирование и устройство, работающее на его основе. Автореф. дисс.канд.техн.наук - М.,1997-25с.
4. Тютюнников Б.Н. Технология переработки жиров. Пищевая промышленность, М-1979-652 с.
5. Устинов М.И. Новые изобретения для молочной промышленности. –М: ЦНИИТЭИММП,1986.
6. Воронова В.М. Ультразвуковой резонатор // Молочная промышленность. Зарубежный опыт.1987. Вып.1
7. Михалкина Г.С. Соснина Н.А. и др. Пастеризация молока и молочной сыворотки в суперкавитирующем аппарате роторно-пульсационного типа – стерилизаторе-гомогенизаторе // Молочная промышленность.1999 №8.
8. Порцева Г.С. Центробежно-кавитационная гомогенизация пищевых продуктов // Тезисы докладов второй межрегиональной научно-практической конференции. – Казань,1998.
9. Кодряну К.П. Наша техника // «Масложировая промышленность»,№ 1, 2000.
10. Колошин Ю.А. Гидродинамический эффект при получении маргариновой эмульсии // «Масложировая промышленность», № 3, 2004.

11. Долинский А.А. Диспергирование жировых шариков при вакуумной гомогенизации //«Молочная промышленность», №2, 2003.
12. Борисенко Е.В. Физико-химические основы производства эмульсий //Пищевые ингредиенты, №2, 2002.