

„ТЕРМОПАК” – моделі ТПЦ (200М, 200Н, 370, 550, 550П та ін.) та Московським прожекторним заводом (МП-1, МП-2).

Висновки. Аналіз сучасного ринку апаратів для пакування харчових продуктів показав, що для українського ринку пакувальних машин характерна різноманітність та розширення обсягів застосування. Проте, слід як найширше використовувати вакуумні пакувальні машини, які забезпечують отримання продукту високої якості.

Список літератури

1. Дейниченко, Г. В. Оборудование предприятий питания [Текст] : справочник. В 3 ч. Ч.3 / Г. В. Дейниченко, В. А. Ефимова, Г. М. Постнов. – Харьков : Мир Техники и Технологий, 2005. – 456 с.

2. Гуляев, В. А. Оборудование предприятий торговли и общественного питания [Текст] : учебник / В. А. Гуляев. – М. : ИНФРА, 2002. – 543 с.

3. Зотов, С. Автоматы для мелкой фасовки [Текст] / С. Зотов // Тара и упаковка. – 2008. – №2. – С. 3–8.

Отримано 1.10.2010. ХДУХТ, Харків.

© Н.О. Афукова, А.М. Канцеляренко, 2010.

УДК 664.3.032

Г.М. Постнов, канд. техн. наук

В.М. Червоний, асп.

АНАЛІТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ЕМУЛЬГУВАННЯ ЖИРОВІСНОЇ СИРОВИНИ

Проведено аналіз процесу емульгування за допомогою ультразвукових хвиль. Запропоновано спосіб комплексної обробки сировини та апарат для отримання водно-жирових емульсій за допомогою ультразвуку. Визначено, що чинниками, які впливають на процес, є частота ультразвукових хвиль і тривалість обробки.

Проведен анализ процесса эмульгирования с помощью ультразвуковых волн. Предложен способ комплексной обработки сырья и аппарат для получения водно-жировых эмульсий с помощью ультразвука. Определено, что факторами, влияющими на процесс, являются частота ультразвуковых волн и продолжительность обработки.

The analysis of emulsification with ultrasonic waves. A method for complex processing of raw materials and apparatus for producing water-fat emulsions by ultrasound. Determined that the factors affecting the process are the frequency of ultrasonic waves and treatment time.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Процес емульгування належить до процесів отримання дисперсних систем і пов'язаний із гідромеханічною обробкою харчових продуктів.

В останні роки [1-4] успішно апробовано ідею нового методу емульгування – за допомогою взаємного накладення кавітаційних процесів, процесів відцентрової взаємодії середовища різної щільності та процесу їхньої динамічної взаємодії з поверхнею обертових робочих органів. Проте діючий процес емульгування сировини залишається маловивченим. Це значною мірою ускладнює створення високоефективних машин для отримання емульсійних продуктів не тільки водно-жирової структури, але і більш складних сумішей із додаванням різних рослинних компонентів (фрукти, овочі тощо).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Диспергуюча дія ультразвуку [5] найбільш широко використовується під час реалізації таких процесів, як емульгування та отримання суспензій. У низці досліджень, проведених В.А. Носовим, Л.Д. Розенбергом, К.Н. Зольнером і іншими авторами [6], було встановлене існування граничної інтенсивності ультразвуку, нижче якої не спостерігається утворенні емульсії. З ростом інтенсивності швидкість утворенні емульсій і суспензій збільшується. Фізико-хімічні властивості вихідних компонентів відіграють значну роль під час утворення суспензій і емульсій. Від них у значній мірі залежать величина граничної інтенсивності, швидкість процесу, а також якісні й кількісні параметри диспергування.

Під впливом ультразвуку на суміш взаємно нерозчинних рідин відбувається перехід однієї рідини в дисперсний стан у середовищі іншої – емульгування (ультразвукове диспергування рідини в рідині). Стійкість емульсії, отриманої ультразвуком, значно перевищує стійкість систем отриманих іншим шляхом. Технологічно можливе одержання стійких суспензій і порошків у рідині – суспензій. Проте на сьогодні існують декілька моделей проведення процесу ультразвукового емульгування.

Мета та завдання статті. Метою дослідження було обрано вивчення існуючих гіпотез щодо використання ультразвукових хвиль для отримання емульсій. На основі отриманих даних необхідно висунути метод, що дозволить інтенсифікувати процес отримання емульсії, та конструкцію пристрою для його проведення.

Виклад основного матеріалу дослідження. У працях [2; 3; 7] висуваються тези, що ультразвук сприяє утворенню емульсії, по-перше, викликаючи енергійне розтягування крапель дисперсної фази до нестійких рідких циліндрів критичної довжини, і, по-друге, інтенсифікуючи розпад рідких циліндрів, що утворюються, на низку дуже дрі-

бних крапельок.

Ученими зазначено [7], що кавітація виникає за інтенсивності звукового поля, що перевищує певне, для даних умов, граничне значення. Протягом усього негативного напівперіоду тиску та частини позитивного, спостерігається ріст кавітаційного пухирця до деякого максимального розміру. Після чого пухирець захлопується, створюючи імпульси тиску величиною до декількох тисяч атмосфер, що, в остаточному підсумку, і є основною причиною проведення процесу емульгування.

Під час кавітаційних процесів, що протікають біля концентратора, місцеві тиски досягають 5000 МПа. При цьому відбувається розтягання більших крапель у циліндрики в дисперсійному середовищі. Останні, після того як відношення їхньої довжини до діаметра досягає критичного значення, спонтанно розпадаються на дрібні крапельки; при цьому кожна крапля жиру проходить через зону найбільш сильно впливу ультразвуку (зону максимальної кавітації).

Приймається, що рідкий циліндр стає нестійким за довжини h , що перевищує периметр його перетину $2\pi r$, перпендикулярно осі ($h > 2\pi r$) і мимовільно розпадається на дрібні крапельки. Додаткове дроблення цих часток відбувається також у результаті ударянь об стінки посудини. Під час емульгування встановлюється певна дисперсність емульсії, що зберігається в процесі подальшого емульгування, тому що витягування крапель у потоці відбувається тим сузужніше, чим менше крапельки.

Інша теорія була висунута у праці [8]. Процес утворення емульсії відбувається наступним чином. У кавітаційний змішувач надходить попередньо підготовлена емульсія або у звичайній мішалці, або в насосі, ввімкненому в контур із кавітаційним змішувачем. При цьому розміри дисперсної фази становлять величини порядку $0,1 \dots 1$ мм і значно перевершують кавітаційні пухирці, що мають розміри $100 \dots 200$ мкм. Особливість процесу можна розглянути на одиничному кавітаційному

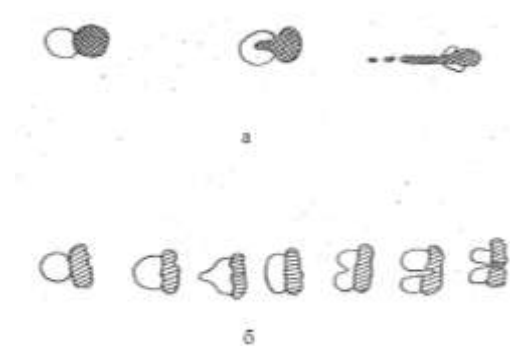


Рисунок 1 – Схема процесу емульгування: а – витягування краплі емульсії в пухирець; б – руйнування частки кумулятивним струмом

пухирці, що відірвався від хвоста каверни та рухається в потоці. Даний пухирець пульсує, у результаті чого пухирець захоплює краплю емульсії, що починає прискорено рухатися до пухирця. Очевидно, що в момент зіткнення краплі емульсії з пухирцем, останній деформується та відбувається його схлопування з утворенням кумулятивного струмка. Оскільки деформація пухирця відбувається з боку краплі емульсії, то й формування кумулятивно-го струмка відбувається з боку цієї краплі. Тому крапля емульсії буде втягуватися струмком, що утвориться, деформується й розпадається на більш дрібні краплі (рис. 1).

Таким чином, наведений вище рисунок відтворює процес емульгування, що відбувається в ємності під час обробки суміші ультразвуковими хвилями.

З метою інтенсифікації процесу запропонуємо після безпосередньої ультразвукової обробки використовувати процес емульгування, що базується на гіпотезі Ребіндера-Вітінга [1]. За цією гіпотезою рушійною силою процесу емульгування є градієнт швидкостей. Ефективність використання цього процесу базується на тому, що жирові кульки розтягуються в циліндри або нитки, долаючи сили поверхневого натягу та переходячи в нестійкий стан, а потім під дією тих самих сил поверхневого натягу, розпадаються на більш дрібні краплі.

Наведені гіпотези не суперечать одна одній, проте їх використання дозволить обґрунтувати використання ультразвукової обробки для проведення процесу емульгування.

Використовуючи вище зазначені гіпотези, можна запропонувати метод та пристрій для отримання емульсій з допомогою ультразвуку (рис. 2).

Через патрубок введення 2 підготовлена сировина потрапляє в камеру ультразвукової обробки, що утворилася між зовнішнім елементом 3 та внутрішнім елементом 3. Ультразвукова обробка в апараті відбувається з використанням випромінювача 1.

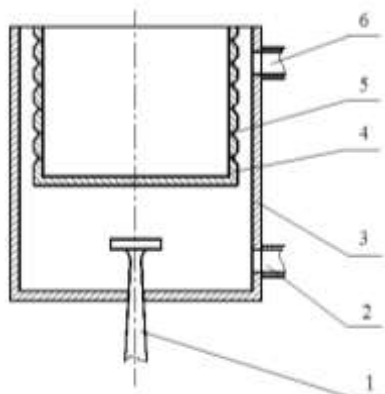


Рисунок 2 – Схема пристрою для проведення процесу ультразвукового емульгування: 1 – випромінювач; 2 – патрубок введення; 3 – зовнішній елемент; 4 – внутрішній елемент; 5 – канал гвинтоподібний; 6 – патрубок виведення

За рахунок виконання зовнішнього 3 та внутрішнього 4 елементів із матеріалів, що мають високі показники відбивання ультразвуку, проходить інтенсивний процес емульгування (за гіпотезою І.М. Федоткіна [8]). У процесі емульгування сировина наповнює камеру та поступає в міжстінний простір елементів 3 і 4. Потік сировини розподіляється на потоки, один з яких продовжує рух в гвинтоподібному каналі 5, а другий – вздовж бічної поверхні внутрішнього елемента 3. Внаслідок того, що вектори швидкостей потоків направлені під кутом 90° відбувається турбулізація загального потоку, що підвищує якість отримуваної емульсії та інтенсифікує процес емульгування (за гіпотезою Ребіндера-Вітінга [1]). Готова емульсія через патрубок виведення 6 потрапляє в смінь для збору продукту.

Висновки. Таким чином, виходячи з фізичної сутності процесу, основними чинниками, що впливатимуть на процес, можна назвати ультразвукову частоту та тривалість обробки.

Список літератури

1. Фиалкова, Е. А. Гомогенизация. Новый взгляд [Текст] : монография-справочник / Е. А. Фиалкова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 392 с.

2. Промтов, М. А. Перспективы применения кавитационных технологий для интенсификации химико-технологических процессов [Текст] / М. А. Промтов // Вестник ТГТУ. – 2008. – Т. 14. – № 4. – С. 861–869.

3. Колоев, М. В. Изучение процесса и аппарата для повышения стабильности пищевых эмульсий [Текст] / М. В. Колоев, А. М. Алексеев // Известия Санкт-Петербургского государственного университета низкотемпературных и пищевых технологий. – 2009. – № 2. – С. 55–57.

4. Кавітаційні пристрої в харчовій, переробній та фармацевтичній промисловості [Текст] / О. А. Литвиненко [та ін.]. – К. : УДУХТ, 1999. – 87 с.

5. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности [Текст] / В. Н. Хмелев [и др.] ; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск : Алт. гос. техн. ун-т, 2010. – 203 с.

6. Заяс, Ю. Ф. Ультразвук и его применение в технологических процессах мясной промышленности [Текст] / Ю. Ф. Заяс. – М. : Пищевая промышленность, 1970. – 292 с.

7. Hielscher, T. Ultrasonic production of nano-size dispersions and emulsions [Text] / T. Hielscher // Dans European Nano Systems Workshops. – 2005. – P. 138–143.

8. Федоткін, І. М. Математичне моделювання технологічних процесів: Гідромеханічні процеси [Текст] / І. М. Федоткін, І. Ю. Бурляй, М. О. Рюмшин. – К. : Техніка, 2004. – 312 с.

Отримано 1.10.2010. ХДУХТ, Харків.

© Г.М. Постнов, В.М. Червоний, 2010.

УДК 635.2:641.544.8