

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МИКРОФОТОГРАФИЙ ВОДОМАСЛЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА

Филипас А.А.¹, Кучман А.В.², Чжан И.³

¹Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, доцент, e-mail: filipas82@tpu.ru

²Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, ассистент, e-mail: avt82@tpu.ru

³Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники, 158Т92, e-mail: ci01@tpu.ru

Введение

Анализ дисперсного состава – это процесс получения статистических данных о размерах капель эмульсии. Применение разработанной информационно-измерительной системы для определения дисперсного состава позволит подобрать наиболее рациональные способы её разрушения и параметры этих способов, а также контролировать условия синтеза, с целью получения эмульсии с заданным распределением глобул. На сегодняшний день наиболее распространен ультразвуковой метод получения статистических данных о дисперсном составе эмульсий, который, однако, не несет информации о форме и положении глобул. Классическим методом определения дисперсного состава эмульсий является оптическая микроскопия. Этот метод имеет простейшую реализацию и обеспечивает распределение размеров капель эмульсии непосредственно по результатам измерений отдельных капель, без математической обработки полученных данных. Эти характеристики делают оптическую методикой анализа дисперсного состава, и результаты, полученные другими методами, обычно подтверждаются этим методом [7]. Однако данные, полученные с помощью этого метода, требуют дальнейшей обработки, что представляет из себя достаточно трудоемкий и длительный процесс, с учетом использования ручного труда. Таким образом целью работы является разработка алгоритма распознавания глобул эмульсии на микрофотографиях.

Основная часть

Основным конструктивным элементом программно-аппаратного комплекса является микроскоп с смонтированной в него камерой. Камера делает снимки с определенной периодичностью, они обрабатываются программно и в зависимости от величины поступающих на предметный столик капель дисперсной фазы эмульсии происходит регулирование фокусного расстояния и положения столика по осям X и Y с помощью приводов M1, M2 и M3 соответственно [2]. Собранная система представлена на рисунке 1.

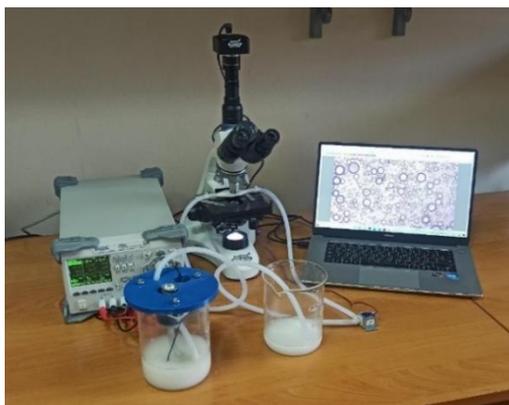


Рис. 1. Программно-аппаратный комплекс для определения дисперсного состава водомасляных эмульсий

В статическом режиме на ячейку подается порция эмульсии, затем происходит процесс создания и анализа микрофотографий. Анализ микрофотографии представляет из себя распознавание и сегментирование глобул эмульсии. Было выявлено, что наиболее подходящим для этого алгоритмом является

преобразование Хафа – вычислительный алгоритм, применяемый для параметрической идентификации геометрических элементов растрового изображения [3].

Данный алгоритм был реализован программно на языке Python. Результат анализа микрофотографии эмульсии с помощью выбранного алгоритма в статическом режиме представлен на рисунке 2.

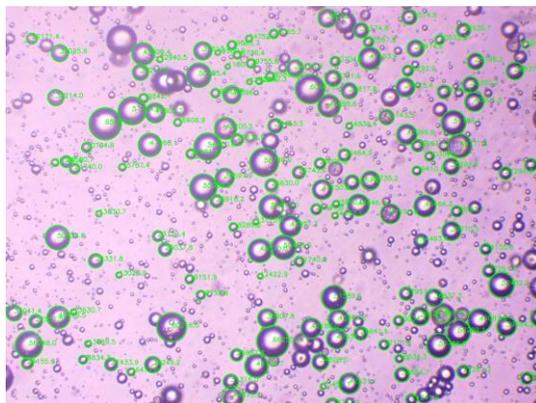


Рис. 2. Сегментирование глобул эмульсии в статическом режиме

Для этого эксперимента было сделано в общей сложности 288 фотографий, и было получено много информации для обработки. Было выявлено, что микрофотографии высококонцентрированных эмульсий хуже всего поддаются обработке из-за очень маленьких расстояний между глобулами. Оптимальным является содержание дисперсной фазы в эмульсии не более 10 %. На рисунке 3 представлены результаты компьютерной обработки всех образцов.

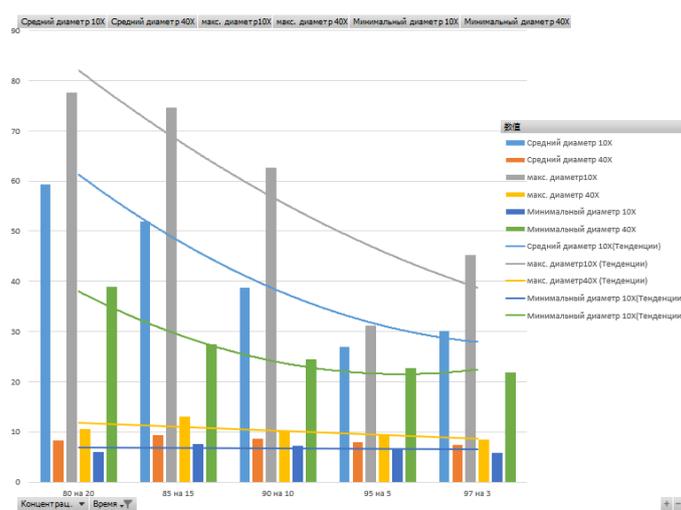


Рис. 3. Общий анализ общего диаметра пузырьков для всех экспериментов

Заключение

Разработанный алгоритм имеет ряд недостатков. Самые весомые из них – распознавание капель только с четкими контурами, а также необходимость подстройки параметров в зависимости от среднего размера капель. Решение выявленных проблем является целью дальнейшей работы.

Список использованных источников

1. P. Fernandez, V. Andre, J. Rieger, A. Kuhnle. Nano-emulsion formation by emulsion phase inversion // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2004. – P. 53-58.
2. Мигель А.В., Филипас А.А., Исаев Ю.Н., Семенов Н.М. Разработка автоматизированной системы для проведения анализа дисперсного состава скважинной жидкости // Сборник избранных статей научной сессии ТУ-СУР. Часть 2 – 2021. – С. 169-171.
3. Hough Transform [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hough.htm> – свободный (дата обращения 24.05.2022).