ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ВОДОМАСЛЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ.

А.А. Филипас, к.т.н., доц.,
А.В. Кучман, аспирант
Томский политехнический университет, 634050, г. Томск, пр. Ленина 30,
Тел. (3822)-444-555
E-mail: avm82@tpu.ru

Анализ дисперсного состава – это процесс получения статистических данных о размерах капель эмульсии. Зная распределение капель по размерам конкретной водомасляной эмульсии, можно подобрать наиболее рациональные способы её разрушения и параметры этих способов, а также контролировать условия синтеза, с целью получения эмульсии с заданным дисперсным составом. В частности, вопрос разрушения эмульсий является крайне актуальным для нефтяной промышленности. Нефтяной флюид, добываемый на месторождениях, представляет из себя водомасляную эмульсию с уникальным дисперсным составом для каждой скважины. Применение разработанного комплекса позволит использовать распределения глобул по размерам в качестве входных данных для контуров регулирования процессов подготовки нефти, увеличить эффективность использования существующего оборудования, уменьшить энергетические и ресурсные затраты, а также гарантировать необходимое качество товарной нефти.

Основным конструктивным элементом программно-аппаратного комплекса является микроскоп с вмонтированной 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.

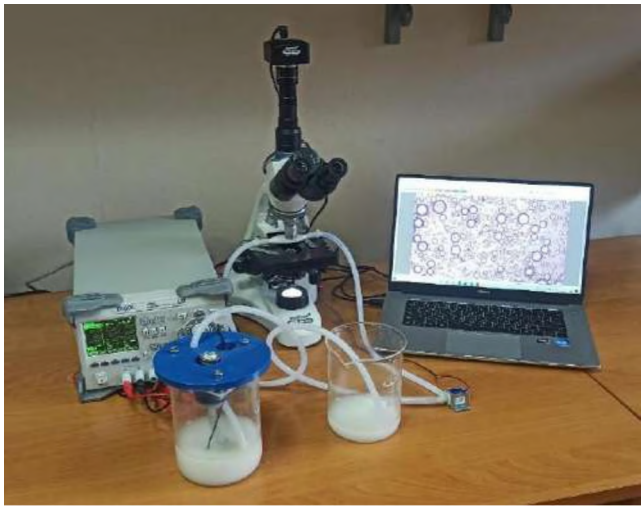

Рис.1 – Программно-аппаратный комплекс для определения дисперсного состава водомаслянных эмульсий

Для удобства использования комплекса была смоделирована оптическая ячейка. Оптическая ячейка выполнена из пластика с помощью 3Д-принтера, а также из предметного и покровного стекол. Основная камера ячейки имеет переменную толщину, это необходимо для охвата всего диапазона размеров глобул [2]. Площадь сечения переходников от трубок к основной камере ячейки изменяется плавно, это необходимо для обеспечения ламинарного потока эмульсии.

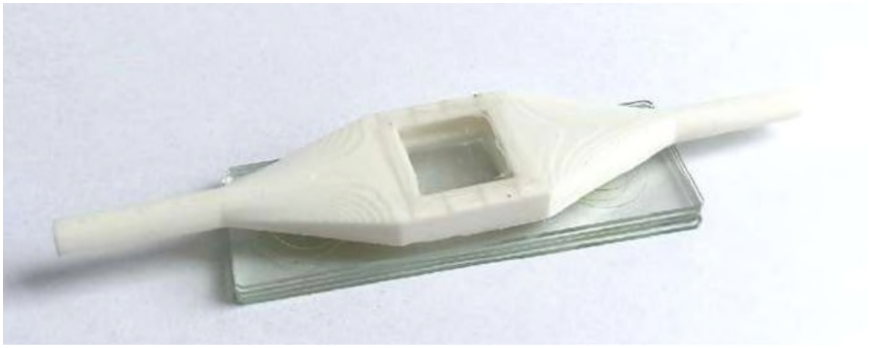

Рис.2 – Оптическая ячейка

После реализации комплекса было проведено исследование дисперсного состава эмульсии в статических и динамических образцах с целью получения статистической характеристики распределения капель дисперсной фазы по размерам.

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 3.

Рис.3 – Сегментирование глобул эмульсии в статическом режиме

Как видно из рисунка, алгоритм справляется с распознаванием порядка 91 % глобул и при этом охватывает все размеры глобул.

Сконструированный комплекс имеет следующие характеристики: габаритные размеры 700*500*400, диапазон измерения (0,1 – 300) мкм, возможность реализации статического и динамического режима работы, скорость потока эмульсии в динамическом режиме 3 л/час, точность позиционирования предметного столика микроскопа 10 мкм.

Список литературы:

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 ТУСУР. 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).