

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА СКВАЖИННОЙ ЖИДКОСТИ

А.А. Филипас, А.В. Мигель, Ю.Н. Исаев, В.В. Курганов  
Томский политехнический университет  
E-mail: avm82@tpu.ru

## Введение

Сырая нефть, извлекаемая из скважин на промысле, чаще всего представляет из себя эмульсию типа «масло в воде», то есть систему, в которой вода является дисперсной средой, а нефть – дисперсной фазой. Анализ дисперсного состава – это процесс получения статистических данных о размерах эмульсии. На сегодняшний день на промысле его производят порядка двух раз в месяц и вручную, тем временем распределение капель по размерам несет информацию о свойствах эмульсии в таких аспектах, как скорость деградации, долговременная стабильность, вязкость и другие [1]. Зная распределение капель по размерам конкретной нефтяной эмульсии, можно подобрать рациональные способы её разрушения и тем самым увеличить эффективность процессов подготовки нефти.

В качестве способа определения дисперсного состава эмульсии было выбрано машинное зрение, поскольку метод оптической микроскопии является эталонным. Результаты, полученные другими методами (ультразвуковым, электроимпедансным, инфракрасным и т.д.) обычно подтверждаются этим методом [2]. Оптическая микроскопия не требует математической обработки и обеспечивает распределение размеров капель эмульсии непосредственно по результатам измерений отдельных капель, а также позволяет исследовать непрозрачные и концентрированные системы без разбавления [3].

Таким образом, целью работы является разработка информационно-измерительной системы для проведения экспресс-анализа дисперсного состава скважинной жидкости.

## Конструкция разрабатываемой системы

Конструкция разрабатываемого стенда (рис.1) состоит из следующих элементов. Емкость для подготовки эмульсии (E1), аппарат для подготовки эмульсии М6, микроскоп со встроенной в него оптической системой (техническая емкость (E2)).

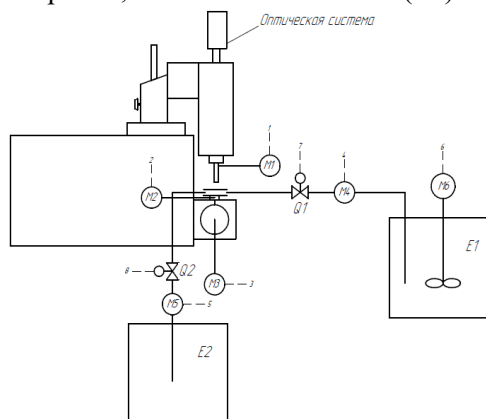


Рис. 1. Конструкция стенда

Размер глобул дисперсной фазы нефтяной эмульсии варьируется от 0,3 до 300 мкм. Для определения всего диапазона глобул была разработана конструкция для подачи эмульсии на предметный столик микроскопа (рис. 2).

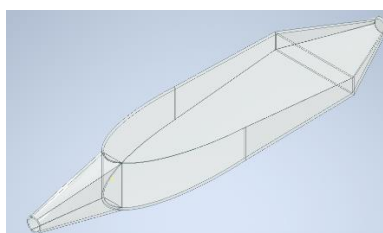


Рис. 2. Конструкция для подачи эмульсии на предметный столик

Конструкция имеет переменную толщину, однако выполнена таким образом, что сечение основной между переходниками для соединения с трубками подачи эмульсии имеет постоянную площадь. Это необходимо для уменьшения вероятности возникновения турбулентного потока эмульсии.

### **Режимы работы стенда**

Предусмотрено два режима работы системы – статический и динамический.

В статическом режиме работа системы должна осуществляться следующим образом. На первом этапе происходит подготовка эмульсии. Далее небольшая порция эмульсии подается на предметный столик микроскопа через предметные стекла с помощью насоса М4 и клапана Q1. Затем происходит настройка положения предметного столика относительно микроскопа. Далее происходит процесс создания и анализа фотографий. После чего эмульсия удаляется в емкость E2.

В динамическом режиме работы системы происходят аналогичные действия, однако процесс создания и анализа фотографий производится в условиях прогона потока эмульсии через предметные стекла.

### **Метод интенсификации разрушения эмульсии**

При движении в потоке форма глобул подвергается деформации при этом колебания капель происходят в определенном направлении. Зная направления вектора колебаний капли, её диаметр и плотность дисперсной фазы можно рассчитать частоту собственных колебаний капли. При воздействии на каплю ультразвуковыми колебаниями с частотой, равной частоте её собственных колебаний можно инициировать её интенсивное разрушение. В качестве источника колебаний капли могут выступать пьезоэлементы. При приложении к пьезоэлектрической пластине переменного напряжения, она начинает сжиматься и расширяться с частотой прикладываемого напряжения, то есть генерирует колебания [4].

### **Заключение**

Разрабатываемая система позволит в относительно короткие сроки получать данные, необходимые для разработки математической модели процесса разрушения нефтяной эмульсии, являться основанием для выбора и корректировки существующих методов разрушения эмульсий, а также являться входной информацией для контуров регулирования систем подготовки нефти. Таким образом, использование полученной системы в комплексе с автоматизированными установками подготовки нефти позволит значительно увеличить эффективность разрушения нефтяной эмульсии.

### **Список использованных источников**

1. Образование нано-эмульсии путем инверсии эмульсионной фазы / П. Фернандес, В. Андре, Дж.Ригер, А. Кунле *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2004.
2. Использование ближнего инфракрасного диапазона для оценки распределения капель по размерам и содержания воды в эмульсиях вода-в-сырой нефти в трубопроводе под давлением / Густаво Р. Борхес, Габриэла Б. Фариас, Талита М. Браз, Лейла М. Сантос, Моник Дж.Амарал, Монсеррат Фортунни, Элтон Франчески, Клаудио Дарива, Александр Ф. Сантос // *Fuel*, том 147, 2015. – [С. 23-52].
3. Адаптивная информационно-измерительная система для мониторинга протекания физико-химического процесса / А. В. Цавнин, А. А. Филипас, А. С. Беляев, Н. В. Рожнев // *Известия ТПУ/ Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ)*. — 2020.— [С. 122-128].
4. Филипас А. А. Разработка стенда физического подобию "Трёхфазный сепаратор скважинной жидкости" / А. А. Филипас, А. В. Мигель // *Современные проблемы машиностроения: сборник трудов XIII Международной научно-технической конференции*, г. Томск, 2020 г. — Томск: Томский политехнический университет, 2020. — [С. 216-217].