

# АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЦИФРОВОЙ ОПТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТАВА НЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ

*О.Ю. Гейс, А.В. Мигель*  
*Томский политехнический университет*  
E-mail: oyg2@tpu.ru

## **Введение**

Топливная промышленность по-прежнему продолжает занимать лидирующие позиции в мировой экономике, поэтому развитие современных и эффективных технологий в сфере переработки нефтепродуктов не теряет своей актуальности. Самым популярным и незаменимым видом энергоносителей в мире продолжают оставаться нефтепродукты.

Пластовый флюид, добываемый на промысле, содержит в себе большое количество воды, для отделения которой используются различные установки. Для дальнейшего разрушения глобул нефти ультразвуком необходимо знание собственной частоты колебаний глобулы, зависящая от ее радиуса, поверхностного натяжения и плотности, поэтому предметом изучения считается автоматизированное устройство для проведения анализа дисперсного состава эмульсий. Данный анализ необходим для получения статистических данных о размерах глобул нефти в эмульсии. Способами проведения анализа являются методы наблюдения, оптической микроскопии и фотофиксации результатов серий экспериментов на базе технологии машинного зрения. Поэтому использование комплекса спроектированного программного и аппаратного обеспечения, описанного в работе, позволяет ускорить процесс обработки микрофотографий эмульсии.

Исходя из этого, целью работы является исследование и разработка автоматизированной информационно-измерительной системы с механической цифровой оптической системой оценки состава эмульсии.

## **Описание разработанной информационно-измерительной системы**

Для реализации устройства применены методы САД-проектирования, подобрано аппаратное обеспечение, разработано программное обеспечение и установлена корректная связь аппаратной и программной частей устройства. Промышленный образец системы можно будет использовать на промысле как модуль автоматизированного пробоотбора и анализа дисперсного состава эмульсии. Конечная версия комплекса устройства изображена на схеме рисунка 1.

Система работает в двух режимах. В статическом режиме происходит наблюдение за эмульсией, подаваемой порциями через кювету, расположенной на предметном столике устройства. В динамическом режиме создаются и анализируются серии микрофотографий при прогоне ламинарного потока эмульсии через кювету с низкой скоростью, а затем происходит обработка полученных серий изображений. Результаты, полученные с помощью разрабатываемой системы, могут являться основанием для выбора и корректировки существующих методов разрушения эмульсий, а также входной информацией для построения математических моделей процессов разрушения эмульсии и контуров регулирования систем подготовки нефти.

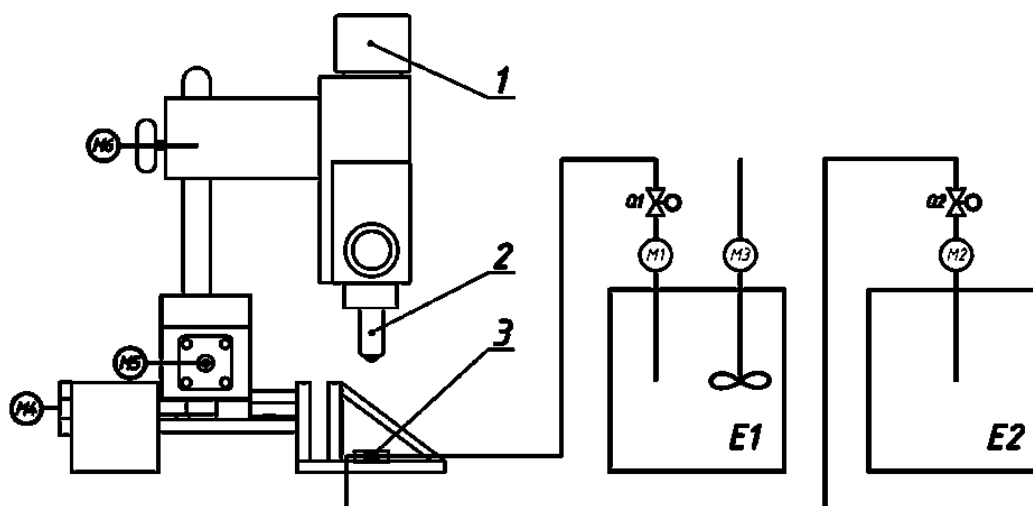


Рис. 1. Принципиальная схема комплекса информационно-измерительной системы оптической диагностики с подключенными резервуарами и клапанами.

Пространственное перемещение оптической системы осуществляется при помощи вращения винтов линейных передач устройства, превращающих вращение валов шаговых двигателей в прямолинейное и равномерное движение платформ. Линейное перемещение осуществляется по осям OX и OY, как это показано на рисунке 3. На одной из платформ винтовой передачи, отвечающей за перемещение по оси OY, закрепляется оптическая система, а на другой платформе – полностью вся передача, отвечающая за перемещение по оси OY.

Камера устройства способна детектировать размеры глобул флюида как в статическом, так и динамическом режимах работы при помощи технологии компьютерного зрения, подключенной через специальные библиотеки разработанного ПО.

Позиционирование оптики достигается путем ее перемещения посредством движения платформ винтовых передач за счёт выполнения поступающих на исполнение команд и логики системы управления через разработанное десктопное приложение в связке с программами отладочной платы. Программы для отладочной платы написаны в среде STMCubeIDE на языке программирования C, настроив подключение шаговых двигателей, частоту тактирования и таймеры в среде конфигурации STMCubeMX отладочных плат на базе микроконтроллеров STM32. Для удобства использования устройства и управления процессом перемещения оптики через выводимые на экран органы управления и получаемое изображение с подключенной камеры устройства через подключаемую библиотеку Open CV, разработано ПО для ПК. Реализация приложения производилась на высокоуровневом языке программирования C++ с применением фреймворка Qt 6.2. Разработка велась в среде Qt Creator. Процесс обмена пакетами данных отладочной платы и приложения для ПК происходит через подключенный COM-порт и физическую коммутацию платы к ПК через USB-интерфейс. Пользователь может управлять параметрами устройства, назначая координаты перемещений, узнавая координаты платформ и/или менять настройки исполнительных механизмов, такие как скорость или точность углового перемещения валов шаговых двигателей.

## Заключение

Согласно результатам работы, цель данной работы, заключающаяся в проведении комплексного исследования и проектирования автоматизированного устройства с механической системой оптической диагностики глобул в эмульсии, была достигнута. Задачи исследования были реализованы целостно и полно, так как информационно-измерительная система, описанная в работе, отвечает всем требованиям, выдвинутым в рамках описанных задач.

Изучена конструкция устройства и механических и электромеханических узлов, сделан расчет параметров шаговых двигателей и линейных передач, а конечным итогом стала разработанная САД-модель устройства с использованием САПР.

Написанные программы для отладочной платы выстроили целостную логику для автоматизированного управления исполнительными механизмами устройства и, как следствие,

перемещением оптической системы с цифровой камерой. Разработанное десктопное приложение для автоматизированного управления и для расчета параметров глобул нефти через подключаемые библиотеки для реализации работы машинного зрения, сделали систему интеллектуальной, точной и лишенной человеческого фактора.

Проведенные тестовые запуски предварительно собранных механических и электромеханических узлов показали на наличие незначительных ошибок в работе таких узлов, мероприятия по устранению которых ведутся в настоящее время.

#### **Список использованных источников**

1. Филипас А. А. Прототипирование автоматизированного устройства оптической диагностики дисперсного состава скважинной жидкости / А. А. Филипас, А. В. Цавнин, О. Ю. Гейс // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных, 22-26 марта 2021 г., г. Томск. — Томск : Изд-во ТПУ, 2021. — [С. 447-448].
2. Филипас А. А. Разработка стенда физического подобия "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].
3. Корицкий Ю.В., Справочник по электротехническим материалам, том 3 – Москва, Энергоатомиздат, 1986г. – 368 с.