

СТЕНД ФИЗИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ «АНАЛИЗАТОР ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА ЭМУЛЬСИЙ»

Ясинский Д.Д.¹, Кучман А.В.²

¹*Томский политехнический университет, Инженерная школа информационных технологий и робототехники 8Т11, e-mail: ddy2@tpu.ru*

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

Аннотация

Основной целью исследования является разработка стенда физического подобия, предназначенного для анализа дисперсного состава, который является частью полноценной системы разрушения или синтеза водомасляных эмульсий с заданным дисперсным составом. Работа системы основана на методе оптической микроскопии. В работе описаны конструкция стенда и режимов работы.

Ключевые слова: нефтяная эмульсия, оптическая микроскопия, дисперсный состав.

Введение

Нефтяная эмульсия является сложной дисперсной системой, состоящей из нефти, воды и эмульгаторов. Одним из важных параметров нефтяных эмульсий является их стабильность. На устойчивость нефтяных эмульсий влияют следующие факторы: дисперсность системы, наличие на глобулах дисперсной фазы двойного электрического заряда, температура смешивающихся жидкостей, величина рН эмульсированной пластовой воды, физико-химические свойства эмульгаторов. Анализ дисперсного состава нефтяных эмульсий имеет решающее значение для определения стабильности эмульсии, так как точное определение дисперсного состава позволяет оптимизировать процессы переработки нефти.

Таким образом, целью исследования является разработка автоматизированной системы для проведения анализа дисперсного состава эмульсии.

Основная часть

Анализаторы размера частиц является инструментом, который используется для изучения и контроля состава эмульсии в процессах нефтедобычи. Он позволяет определить процентное содержание нефти, воды и стабилизаторов в эмульсии.

На сегодняшний день широко применяются следующие анализаторы размера частиц: Mastersizer 3000, Bettersizer ST, Nanotracer Wave II, Zetasizer Nano ZS90. Особенностью данных анализатор является то, что в них используется метод лазерной дифракции. Данный метод требует математической обработки и позволяет только примерно оценить размеры частиц и результаты, получаемые после вычисления, могут сильно отличаться от реальных характеристик [1].

Классическим методом определения дисперсного состава эмульсий является оптическая микроскопия. Она позволяет измерить диапазон размеров, характерных для полидисперсной нефтяной эмульсии, не требует сложной математической обработки и обеспечивает распределение размеров капель эмульсии непосредственно по результатам измерений отдельных капель дает представление о форме капель. Недостатком метода оптической микроскопии является низкая скорость анализа, обусловленная отсутствием автоматизации процесса [2].

Для преодоления данной проблемы было принято следующее решение: использование системы компьютерного зрения, состоящей из камеры, закрепленной на микроскопе и программного обеспечения, предназначенного для определения размеров дисперсной фазы на микрофотографиях и автоматического формирования отчетов о распределении глобул анализируемой эмульсии по размерам. Помимо этого, предлагается использовать автоматизированную систему пробоотбора эмульсии. Данное решение позволит ускорить процесс анализа и подготовки эмульсии для дальнейших опытов.

Описание конструкции стенда

Разрабатываемый стенд физического подобия (рис. 1) состоит из двух основных блоков: устройства для подготовки эмульсии и информационно-измерительной системы.



Рис. 1. Структурная схема стенда

Устройство для подготовки эмульсии представляет из себя емкость для подготовки эмульсии, насос для замешивания эмульсии (Насос 1) и насос для подачи эмульсии (Насос 2) на предметный столик. Основным элементом устройства для подготовки эмульсии является насос для замешивания R385 с производительностью 1.5–2 л/мин. Для эффективного перемешивания эмульсии нужно чтобы заборный патрубок насоса находился на границе жидкостей, а выходной в нижней части емкости. В качестве насоса для подготовки эмульсии используется водяная помпа 310A с производительность 0.3-0.8 л/мин. Управление насосами осуществляется с помощью микроконтроллера STM32 NUCLEO-L432KC через драйвер двигателя L9110. В качестве емкости для подготовки эмульсии может быть использован мерный стакан объемом 1 литр. Эта конфигурация устройства позволяет изменять размеры дисперсной фазы эмульсии путем регулирования времени работы насоса для подготовки эмульсии и производительности насоса [3].

Основным элементом информационно-измерительной системы является микроскоп с вмонтированной в него камерой. Камера делает снимки, и подает изображение на персональный компьютер. В зависимости от величины поступающих на предметный столик капель дисперсной фазы эмульсии происходит настройка четкости микроскопа [4].

Описание алгоритмов работы

Работа системы должна осуществляться двумя способами: динамический режим и статический режим (рисунок 2). В статическом режиме изначально задаем время приготовления эмульсии через насос 1 и время подачи эмульсии через насос 2. Далее включается насос 1 и проверяется время работы насоса. Если насос отработал установленное время, то он выключается. Далее открывается клапан 1 и включается насос 2. Проверяем время работы насоса, если насос отработал установленное время, то он выключается. После клапана 1 переводится в закрытое состояние. Далее отрывается клапан 2, и эмульсия перемещается в техническую емкость, клапан 2 закрывается.

В динамическом режиме задаем время приготовления эмульсии через насос 1 и время потока эмульсии через насос 2. Далее включается насос 1 и проверяется время работы насоса. Если насос отработал установленное время, то он выключается. Далее открываются клапаны 1 и 2.

После включается насос 2, и эмульсия потоком перемещается через клапан 2 в техническую емкость. Проверяем время работы насоса, если насос отработал установленное время, то он выключается и клапаны 1,2 закрываются.

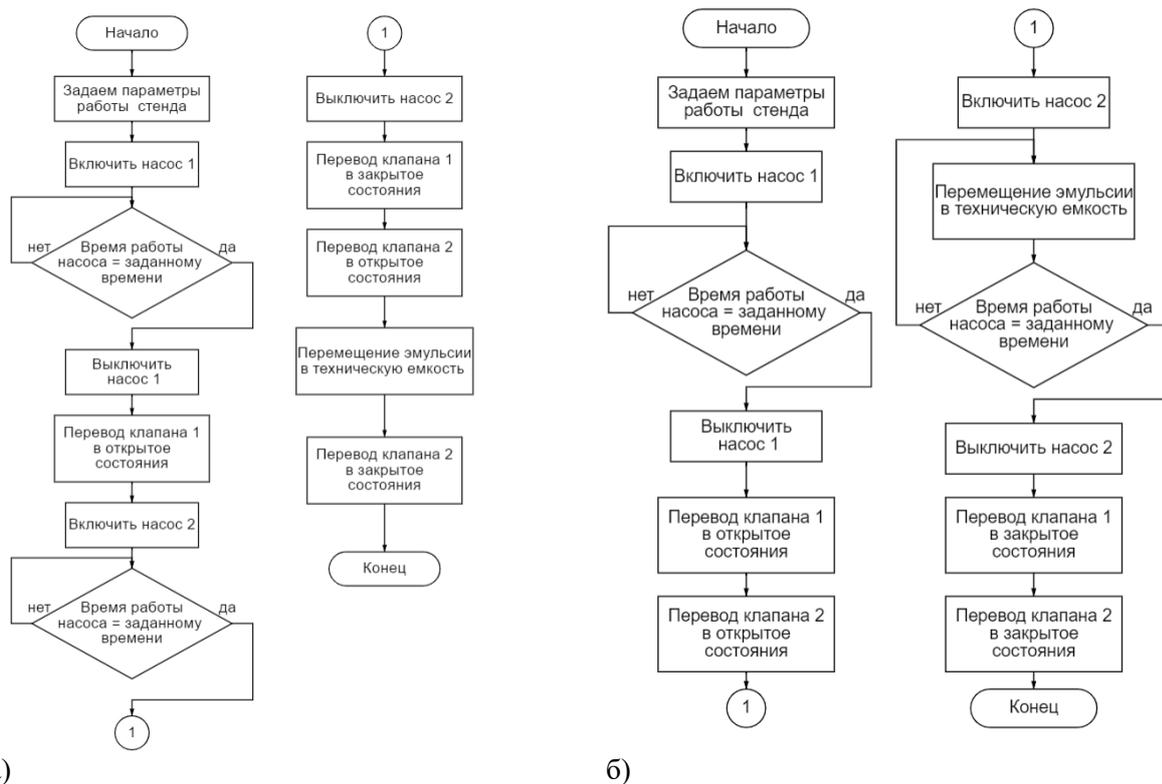


Рис. 2. Алгоритмы работы стенда:
 а – статический режим;
 б – динамический режим.

Заключение

В ходе проведенной работы были проанализированы концепции существующих анализаторов дисперсного состава эмульсии и выявлены их недостатки. Была разработана структурная и функциональная схема стенда на основе микроконтроллера, алгоритмы работы технологического оборудования стенда и 3D модели деталей для стенда. Практическая ценность работы заключается в сокращении временных и денежных на анализ дисперсного состава эмульсии, а также увеличении качество анализа в сравнении с аналогами.

Список использованных источников

1. Peter J. Dowding, James W. Goodwin, Brian Vincent. Factors governing emulsion droplet and solid particle size measurements performed using the focused beam reflectance technique // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2001. – P. 5-13.
2. Гаврилова Н.Н., Назаров В.В., Яровая О.В. Микроскопические методы определения размеров частиц дисперсных материалов: учеб. пособие/– М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. – 52 с.
3. Адаптивная информационно-измерительная система для мониторинга протекания физико-химического процесса / А.В. Цавнин А.В., А.А. Филипас, А.С. Беляев, Н.В. Рожнев // Известия ТПУ – Томск: Изд-во ТПУ, 2020. – С. 122-128.
4. Автоматизированная система для проведения экспресс-анализа дисперсного состава скважинной жидкости / А.А.Филипас, А.В. Мигель, Ю.Н. Исаев, В.В. Курганов // Сборник трудов XVIII Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». – Томск: Изд-во ТПУ, 2021. – С. 469-470