

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОНТРОЛЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ ПРИ ЕЕ ДОБЫЧЕ И ТРАНСПОРТИРОВКЕ

**Г. А. АЛЕСКЕРОВ, Я. Б. СУЛЕЙМАНЛЫ, Р. И. АСКЕРОВА**

*Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,  
Баку, Азербайджан*

Сегодня, несмотря на попытки замены двигателей внутреннего сгорания электродвигателями, человечество продолжает быть связанным с добычей и переработкой углеводородного сырья. Однако активные запасы лёгкой маловязкой нефти постепенно сокращаются, и вопрос поддержания высокого уровня добычи сырья на старых нефтегазовых месторождениях остаётся актуальным [1]. В связи с этим проводится поэтапный ввод в эксплуатацию месторождений высоковязкой нефти и природных битумов [2]. В настоящее время для исследования реологических свойств высоковязкой нефти и природных битумов могут быть использованы следующие приборы. Для этих типов нефей могут быть использованы хорошо зарекомендовавшие себя плотномеры компаний Rheonics и Anton [3].

Измерительная система в основном состоит из ряда пьезоэлектрических преобразователей, расположенных по окружности трубы, а для решения обратной задачи применяется томографический алгоритм. В данной работе гибридный подход используется для корреляции ультразвуковых данных с вязкостью для измерения качества сложной смеси в ходе непрерывного процесса. Информация с датчика используется для коррекции движения при обнаружении отклонения от заданного значения. В данной работе томографический ультразвуковой измеритель скорости применяется для получения реологической кривой неньютоновской жидкости. Необработанные ультразвуковые сигналы обрабатываются с использованием подхода, основанного на анализе главных компонент и нейронных сетях прямого распространения. Полученные данные с датчика подключаются к системе поддержки принятия решений на основе данных для управления технологическим процессом. В настоящее время наблюдается нехватка коммерческих датчиков, способных предоставлять информацию в режиме реального времени о реологических свойствах и профилях скорости неньютоновских жидкостей в промышленных условиях. Лабораторные измерения часто неточно отражают динамические и жесткие условия трубопровода, такие как резкие перепады температур и высокие давления, что приводит к неточным прогнозам поведения потока.

Приборы такого типа часто используются для исследования тиксотропных свойств высоковязких нефтей. Образец тяжелой нефти помещается в вискозиметр и терmostатируется при необходимой температуре испытания. Таким образом, исследование тиксотропных свойств высоковязкой нефти данным методом испытаний при одной температуре занимает 25 минут, не считая подготовки образца и транспортировки в лабораторию. Если же речь идет о полноценном исследовании, то при изучении реологии 1 образца нефти необходимо затратить не менее 2 часов, прибавляя время, необходимое термостату прибора для проведения 7-8 испытаний. Поэтому рационально проводить такие испытания при необходимости. Он измеряет время, необходимое для протекания фиксированного объёма масла через капиллярную трубку под действием силы тяжести при заданной температуре (обычно 45°C и 100°C). Этот метод является стандартным для ньютоновских жидкостей, таких как обычные масла, но менее эффективен для сложных свойств очень высоковязких неньютоновских масел. Для исследования реологии некоторых нефтей требуется предварительный подогрев перед началом работы,

например, нефть месторождений Мурадханлы и Умбакы содержит большое количество парафина, что существенно затрудняет ее транспортировку и хранение.

Решение проблем, возникающих при изменении реологических свойств добываемых и транспортируемых нефтей, является актуальной задачей в современных условиях транспортировки и хранения высоковязких нефтей. При этом хранение данных в цифровом виде позволит собирать и анализировать данные, полученные в ходе испытаний. Эти модели могут быть обучены на данных датчиков и способны прогнозировать реологические свойства, такие как пластическая вязкость, предел текучести и кажущаяся вязкость, в режиме реального времени. Модели, управляемые данными: обрабатывая большие массивы данных с датчиков, эти модели могут оказывать поддержку в принятии решений и вносить корректизы при обнаружении отклонений от заданных значений. Успешная транспортировка высоковязкой нефти месторождения Мурадаханлы и Умбакы основана на интегрированной системе мониторинга, сочетающей передовые сенсорные технологии с обработкой данных и моделированием. Поточные измерительные приборы в режиме реального времени, такие как крутильные резонаторные вискозиметры и плотномеры, обладают преимуществами по сравнению с традиционными автономными лабораторными методами, предоставляя непрерывные данные для мгновенного контроля и оптимизации процесса. Комбинируя данные датчиков с прогнозными моделями, операторы могут управлять процессом для поддержания требуемых реологических свойств.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алескеров Г. А., Сулейманлы Я. Б., Рустамзаде Дж. С., «Метод расчета конвективной диффузии при последовательном транспорте высоковязкой нефти», Научно-издательский центр «L-Journal», 2024.
2. Гурбанов Г. Р., Гасымзаде А. В., Аббасова Л. А., «Исследование влияния различных методов на реологические свойства высокопарафинистой нефти», «Опросы химии и химической технологии», 2025.
3. Алескеров Г. А., Сулейманлы Я. Б., «Метод колонково-кольцевого течения для транспортировки высоковязкой нефти и повышения эффективности транспортировки тяжелых нефтяных эмульсий в условиях холода», «Оборудование, технологии, материалы», 2024.