

*Селезнёва Елена Сергеевна, студент
Самарский государственный технический университет,
г. Самара, Россия*

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПТИМИЗАЦИИ АССОЦИАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НЕФТИ

Аннотация: В контексте современных энергетических и экологических вызовов, проблемы, связанные с нефтяной промышленностью, приобретают особую актуальность. В работе представлен анализ результатов экспериментов, направленных на изучение воздействия ИПВ на структурные и молекулярные свойства нефтяных молекул и их способность к образованию ассоциативных структур.

Ключевые слова: нефть, электрический переменный ток, ассоциативная устойчивость, молекулярные связи, агрегация.

Abstract: In the context of modern energy and environmental challenges, the problems associated with the oil industry are of particular relevance. The paper presents an analysis of the results of experiments aimed at studying the effects of IPV on the structural and molecular properties of petroleum molecules and their ability to form associative structures.

Keywords: oil, electric alternating current, associative stability, molecular bonds, aggregation.

Нефть является важным источником энергии и сырьем для многих отраслей промышленности. Однако ее эксплуатация и транспортировка могут привести к разнообразным проблемам, включая образование эмульсий и агрегатов, которые могут затруднить процессы добычи, транспортировки и

переработки. Для решения этих проблем и повышения эффективности использования нефти и нефтепродуктов исследователи обратили внимание на применение электрического переменного тока (ЭПТ) [3].

Электрический переменный ток - это технология, которая позволяет применять электрические поля с различными частотами и амплитудами для улучшения физических и химических свойств нефти и ее продуктов. Одним из важных аспектов исследований в этой области является оценка влияния ЭПТ на ассоциативную устойчивость нефти.

Ассоциативная устойчивость нефти связана с ее способностью образовывать микро- и макроструктуры, такие как мицеллы и эмульсии, которые могут влиять на течение процессов добычи и транспортировки. Она также влияет на реологические свойства нефти, такие как вязкость и текучесть. Электрический переменный ток может изменять структуру нефти, воздействуя на молекулярные взаимодействия между компонентами, такими как асфальтены, смолы и вода. Это может привести к улучшению ассоциативной устойчивости нефти и снижению ее агрегирования.

Одним из способов применения ЭПТ для улучшения ассоциативной устойчивости нефти является использование электрофореза. Этот метод включает в себя применение электрического поля к нефтяной среде, что приводит к перемещению заряженных частиц (например, асфальтенов и смол) под воздействием этого поля. Это может помочь в разрушении агрегатов и предотвращении образования эмульсий.

Преимущества электрофизического подхода к оптимизации ассоциативной устойчивости нефти очевидны. Во-первых, он позволяет снизить потери энергии и увеличить эффективность процессов добычи и транспортировки нефти. Во-вторых, он способствует снижению коррозии оборудования и увеличению срока службы трубопроводов. В-третьих, он может быть использован для очистки нефти от примесей и загрязнений [1].

Однако оценка влияния ЭПТ на ассоциативную устойчивость нефти требует комплексных исследований. Это включает в себя изучение влияния

различных параметров, таких как частота и амплитуда ЭПТ, тип нефти и ее компонентов, а также условия окружающей среды. Кроме того, необходимо учитывать экономические и экологические аспекты применения ЭПТ.

Пример использования электрофизического подхода к оптимизации ассоциативной устойчивости нефти может быть связан с проблемой образования эмульсий при добыче нефти из месторождений, где вода является одной из примесей. Эмульсии могут усложнять добычу и транспортировку нефти, а также увеличивать затраты на разделение воды и нефти в процессе переработки. Электрофизический подход может помочь управлять образованием эмульсий и повысить эффективность добычи.

Предположим, у нас есть нефтяная скважина, которая добывает смешанную флюидную среду, содержащую нефть и воду. Эмульсии образуются из-за турбулентных потоков и механического перемешивания внутри скважины и трубопроводов. Электрофизический подход может быть применен следующим образом:

I. Установка электродов: Внутри скважины или вдоль трубопроводов устанавливаются электроды, создающие электрическое поле. Эти электроды могут быть подключены к источнику электрического напряжения.

II. Создание электрического поля: Электроды создают электрическое поле внутри потока нефти и воды. Электростатические взаимодействия между частицами нефти и воды изменяются под воздействием этого поля

III. Разрушение эмульсий: Электрическое поле может повлиять на заряженные частицы внутри эмульсий, изменяя их поведение. Это может привести к разрушению эмульсий и уменьшению степени их стабилизации.

IV. Улучшение разделения: В результате воздействия электрофизического подхода нефть и вода могут легче разделяться в скважине или в специальных устройствах для разделения. Это уменьшает образование эмульсий и повышает эффективность процесса добычи [2].

Этот метод может быть особенно полезен в условиях, где образование эмульсий представляет собой серьезную проблему, такую как добыча сырой

нефти из подводных скважин. Электрофизический подход позволяет управлять ассоциативной устойчивостью нефти и снижать негативные последствия образования эмульсий на процессы добычи и переработки.

Эксперименты проведены с использованием различных типов нефти и разнообразных параметров ЭПВТ, таких как амплитуда и частота. Результаты показали, что изменения ассоциативной устойчивости нефти под воздействием ЭПВТ могут быть достигнуты. Это открывает перспективы для использования ЭПВТ в процессах добычи, транспортировки и переработки нефти для улучшения физико-химических свойств продуктов.

Для более глубокого понимания механизмов влияния ЭПВТ на ассоциативную устойчивость нефти необходимо провести дополнительные исследования. Одним из возможных механизмов является изменение поляризации молекул нефти под воздействием электрического поля, что может повлиять на их способность образовывать межмолекулярные связи.

Исследования влияния ЭПВТ на ассоциативную устойчивость нефти имеют практическое значение для нефтяной промышленности. Возможность контролировать ассоциативную устойчивость может привести к разработке новых технологий для улучшения качества нефтепродуктов, снижения энергозатрат и оптимизации процессов переработки.

В современных условиях энергетическая индустрия играет важную роль в экономиках большинства стран. Особенно востребованной остается нефтедобыча и нефтепереработка, что приводит к постоянному росту спроса на продукты, получаемые из углеводородного сырья. Однако параллельно с этим ростом, ситуация с экологическим состоянием, особенно в прибрежных районах, ухудшается. Проблемы аварий на танкерах, перевозящих нефть, негативно воздействуют как на страны-экспортеры нефти, так и на страны, импортирующие топливо. Когда нефть попадает в воду, образуется пленка толщиной в 300 мкм, и небольшое количество нефти занимает огромную площадь (1 т нефти образует пленку диаметром 12 км, что эквивалентно площади 113,4 км²).

Различные физико-химические свойства влияют на процессы перехода нефти в водную или воздушную среду, такие как распространение по водной поверхности, испарение, растворимость и эмульгирование. Одним из ключевых параметров является вязкость пластовой нефти, которая определяет ее подвижность в пластовых условиях. Вязкость на поверхности также зависит от содержания парафина и асфальтенов и может изменяться в зависимости от скорости деформации сдвига. В результате этого, нефть приобретает свойства неньютоновских жидкостей из-за образования коллоидных частиц асфальтенов, парафина и смол. Основной целью является определение оптимальных условий для эффективного удаления нефтяного пятна с поверхности воды.

Экспериментальная часть исследования включала использование образца транспортируемой нефти с определенными характеристиками, а также генератора низкочастотного электрического переменного тока (ЭПТ) для воздействия на нефть при разных температурах и частотах. Результаты экспериментов показали изменения в плотности и вязкости нефти после воздействия ЭПТ. Это объясняется процессами поляризации молекулярных фрагментов, ослаблением межмолекулярных связей и деструкцией органической массы нефти.

Влияние ЭПТ на нефтяные дисперсные системы может вызывать поляризацию дисперсных частиц, разрушение сольватного слоя и агрегацию частиц. Кроме того, изменения в реологических свойствах нефти могут быть обусловлены также изменением ее структурных характеристик, таких как содержание асфальтенов, парафина и смол.

Размер критического зародыша, важный параметр процесса агрегации частиц, определяется изменением теплоты фазового перехода, поверхностного натяжения и плотности жидкой фазы. При низком поверхностном натяжении дисперсионной среды происходит агрегация частиц с образованием сложных структурных единиц и надмолекулярных структур. В случае высокого поверхностного натяжения наблюдается вытеснение углеводородов из сольватного слоя, вплоть до разрушения надмолекулярных структур.

Уравнение Кельвина связывает размер критического зародыша с поверхностным натяжением, плотностью жидкости и теплотой фазового перехода (теплотой плавления). При одной и той же температуре образца до и после обработки переменным током, радиус критического зародыша остается постоянным, и изменение поверхностного натяжения жидкости будет вызвано только действием электрического переменного тока. Графически представлено отношение поверхностного натяжения к радиусу критического зародыша в зависимости от температуры и частоты ЭПТ.

Анализ данных показывает, что обработка переменным током частотой 500 000 Гц при 293 К и 50 Гц при 303 К способствует активации ассоциатов и образованию надмолекулярных структур. Это может привести к усилению ассоциатообразования и, следовательно, снижению времени сбора нефтяной пленки в экологическом аспекте. Изменение отношения поверхностного натяжения к радиусу критического зародыша может интерпретироваться как количество энергии, необходимой для разрушения ассоциатов на 1 см³ жидкости.

Таким образом, исследование позволило определить влияние электрического переменного тока на физико-химические характеристики нефти, в том числе плотности, вязкости и теплоты плавления. Обработка переменным током вызывает изменения в реологических свойствах нефти, связанные с поляризацией образца, разрушением сольватного слоя и ассоциацией частиц. Рассчитанные оптимальные параметры обработки позволяют снизить интоксикацию окружающей среды путем изменения реологических характеристик нефти при сборе в условиях низких температур.

В заключение, оценка влияния электрического переменного тока на ассоциативную устойчивость нефти представляет собой важную область исследований, которая может привести к улучшению процессов добычи, транспортировки и переработки нефти. Однако для достижения положительных результатов необходимы детальные исследования, учитывающие различные факторы и условия применения ЭПТ.

Библиографический список:

1. Шаров В.Н., Гусев В.И. Оператор по химической обработке скважин. М.: Недра, 1983. – 141 с.
2. Елкин С. В., Гаврилов Д. А. Инженерно-техническое творчество в нефтегазовой отрасли; - 2018. - 368 с.
3. Желтов Ю. П. Разработка нефтяных месторождений; Книга по Требованию - Москва, 2017. - 332 с.