

CONVERTING OIL DISPERSED SYSTEMS
Ahmetkaliev R.B. (Republic of Kazakhstan)
Email: Ahmetkaliev558@scientifictext.ru

*Ahmetkaliev Ryskali Baktygereevich - Candidate of chemistry sciences, Associate Professor,
DEPARTMENT OF TECHNIKAL PHYSICS,
ALMATY UNIVERSITY OF POWER ENGINEERING, ALMATY, REPUBLIC OF KAZAKHSTAN*

Abstract: *exploration of the process of converting water-oil emulsion and oil disperse systems are carried out in this article, the results of which form the basis for the treatment of liquid hydrocarbons by electromagnetic methods. These transformation models are based on changes in the dispersion composition of the emulsion, the stability factor, the distribution of droplets in the emulsion volume, and the forces of interaction between the dispersed phase and the dispersion medium. The treatment of liquid hydrocarbons in a constant and alternating magnetic field is described in the first part of the article. The second, third, fourth, fifth part describes infrared, hydrodynamic, ultrasonic, heat treatment of liquid hydrocarbons, respectively.*

Keywords: *oil, water-oil emulsion, infrared radiation, direct and alternating magnetic field.*

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ
Ахметкалиев Р.Б. (Республика Казахстан)

*Ахметкалиев Рыскали Бактыгереевич - кандидат химических наук, доцент,
кафедра технической физики,
Алматинский институт энергетики и связи, г. Алматы, Республика Казахстан*

Аннотация: *в этой статье проведено изучение процесса преобразования водонефтяной эмульсии и нефтяной дисперсной системы, результаты которого положены в основу обработки жидких углеводородов электромагнитными методами. Эти модели преобразования основаны на изменении дисперсного состава эмульсии, фактора устойчивости, распределения капель в объеме эмульсии и сил взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой. В первой части статьи описана обработка жидких углеводородов в постоянном и переменном магнитном поле. Во второй, третьей, четвертой, пятой частях описаны инфракрасная, гидродинамическая, ультразвуковая, тепловая обработки жидких углеводородов соответственно.*

Ключевые слова: *нефть, водонефтяной эмульсия, инфракрасное излучение, постоянное и переменное магнитное поле.*

Проведены изучения процесса преобразования водонефтяной эмульсии (ВНЭ) и нефтяной дисперсной системы (НДС), результаты которых положены в основу обработки жидких углеводородов электромагнитными методами. Эти модели преобразования основаны на изменении дисперсного состава эмульсии, фактора устойчивости, распределения капель в объеме эмульсии и сил взаимодействия между дисперсной фазой и дисперсионной средой [1-5]. Модель преобразования нефтяной дисперсной системы основана на изменении размеров и состава сложных структурных единиц, которые сопровождаются изменениями силы взаимодействия между ними и дисперсионной средой. Исследования проведены на лабораторных установках инфракрасного излучения, ультразвукового, магнитного, электрического, теплового, гидродинамического воздействий на жидкие углеводороды.

1. Обработка жидких углеводородов в постоянном и переменном магнитном поле.

Проведены опыты на установке с использованием неоднородного магнитного поля с движением жидкости внутри такой системы. Получено уменьшение вязкости дизельного топлива от 3,0 сСт/сек до 2,3 сСт/сек, изменение коэффициента поверхностного натяжения на границе с воздухом от $27,05 \times 10^{-3}$ н/м до $28,10 \times 10^{-3}$ н/м после обработки, т.е. незначительно.

Для создания переменного магнитного поля была изготовлена установка, состоящая из Ш-образного магнитопровода с индукционной катушкой в средней части магнитопровода, на которую помещали емкость с обрабатываемой жидкостью. Применялась дополнительная система магнитопроводов для усиления магнитного поля в незамкнутой части. Такой метод обработки сырья был использован для магнитного воздействия на различные нефти и мазут.

Применение обработки постоянным магнитным полем высоковязкой нефти (мазута) обеспечивает уменьшение вязкости примерно на 10%, температуры застывания (от $+33^{\circ}\text{C}$ до $+20^{\circ}\text{C}$), стабильность эффекта обработки до 6 месяцев, превосходит известные методы. Оптимальным условием обработки сырья под действием механических колебаний от центробежного насоса, пропеллерной мешалки и магнитного поля системы магнитов, является прохождение через канал переменного круглого сечения, имеющегося в центральной части последовательно соединенных дискообразных магнитов, число

которых должно быть не менее 12-15, диаметр отверстий не более 0,6 см в узкой части канала и не более 1,2 см в расширяющейся части канала каждого диска, время обработки 15-20 мин при температуре 50-80°C, индукция магнитного поля 0,5-500 мТл, в герметичных условиях.

Таблица 1. Результаты обработки в магнитном поле

Опыт №	Проба и параметр	Размерность	Величина до	Величина после
1	Мазут М-100 Вязкость при °С +80°С +40°С +26°С	мПа·с	118,0	105,0
			30050	4350
			34040	7500
	Температура застывания	°С	+33	+25
	Плотность	г/см ³	1,015	1,015
	Стабильность эффекта обработки	Месяц		До 2
2	Нефть проба №1 Вязкость при °С +26°С +26°С Нефть проба №2 +26°С	мПа·с	232,0	204,0 (1 час)
			232,0	70,4 (3 часа)
			392	353 (1 час)

Выводы: Снижение вязкости при обработке в постоянном магнитном поле дизельного топлива 8,4%, для нефти эффект незначителен;

Снижение вязкости при обработке в переменном магнитном поле нефти составляет 10,0-78,0%;

Снижение температуры застывания в переменном магнитном поле при обработке мазута М-100 на 8°С;

Мазут приобретает свойство текучести в интервале температур 26-30°С;

2. Обработки жидких углеводородов ИК-излучением.

Атомы в многоатомных молекулах, например, в углеводородах, имеют колебательные и вращательные степени свободы, дискретные энергетические уровни. Колебательно-вращательные спектры углеводородов располагаются в инфракрасной области излучения. Поэтому инфракрасное излучение может быть использовано для усиления колебательно-вращательных движений атомов в молекулах путём подвода энергии от источника указанного излучения. ИК-излучение указанного диапазона содержит частоты, совпадающие с собственными частотами колебаний атомов и молекул органических веществ и хорошо ими поглощается. Это сопровождается ростом амплитуд и энергий колебательно-вращательных степеней свободы атомов в молекулах. Интенсификация колебательно-вращательных степеней свободы атомов в молекулах, рост среднего расстояния между молекулами сопровождается ослаблением связей между ними, особенно между разными молекулами, объединенных сорбционной связью. Объективно это проявляется в виде уменьшения вязкости жидкости и уменьшении её температуры застывания.

Таблица 2. Результаты обработки ИК-излучением

Опыт №	Параметр	Размерность	Величина до обработки	Величина после обработки
1	Нефть месторождения Озен Вязкость при °С +10°С +20°С +30°С +40°С	мПа·с	Застывание	Застывание
			Застывание	133,0
			Застывание	37,2
			Застывание	22,1
			42,4	15,5
2	Температура застывания	°С	+33	+10
3	Плотность	г/см ³	0,850	0,830
4	Стабильность эффекта обработки	Мес.		До 6 и более

3. Гидродинамической обработки жидких углеводородов.

Действие факторов соударений капелек, вязкого трения на оболочку, турбулентная пульсация скорости усиливает термохимические процессы разрушения бронирующей оболочки. Коэффициент коагуляционно- седиментационной активности может быть представлен в следующем виде /1-4 /:

$$K = \Delta C^a \times \Delta T^b \times R^c ; R = A_i - A_0$$

Где A_i – работа внешних сил по турбулизации эмульсии; A_0 – работа внешних сил, соответствующее турбулентности потока, при котором начинается изменение параметров эмульсии; C – показатель степени.

Увеличение коэффициента (K) может быть достигнуто за счет увеличения турбулентности потока и/или более продолжительной обработкой эмульсии. Указанные величины (C, T, R) в определенных пределах являются взаимокompенсирруемыми. Последнее положение может быть использовано при промысловой и заводской подготовке нефти.

Эффективность гидродинамической обработки эмульсии и ее влияние на коэффициент (K) является неодинаковым для обезвоживания и обессоливания нефти. Это хорошо видно на примере обработки нефти месторождения Забурунь в каплеобразователе [1-5], при дополнительном определении коэффициентов коагуляционно-седиментационной активности для обезвоживания K_1 и обессоливания K_2 . Результаты гидродинамической обработки приведены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты обезвоживания и обессоливания нефти

Параметры	Величина					
	50	100	150	200	250	300
Доза деэмульгатора, г/т	50	100	150	200	250	300
Остаточное содержание воды, %	0,48	0,06	0,03	0,02	0,02	0,02
Коэффициент K_1 , 1/мин	0,022	0,031	0,034	0,036	0,036	0,036
Остаточное содержание солей, г/т	2465	518	252	211	168	119
Коэффициент K_2 , 1/мин	0,0074	0,014	0,017	0,018	0,019	0,020

Без каплеобразователя (гидродинамической обработки – ГДО) при дозе деэмульгатора 150-200 г/т достигается остаточное содержание вода и солей 0,12-0,15% и 630 -680 г/т.

Из этих результатов видно, что эффективное обессоливание нефти возможно только после определенной степени разрушенности защитной оболочки на каплях воды и ее интенсивном контакте и взаимодействии с нефтью.

Выводы: Гидродинамический метод обработки НДС даёт хороший эффект при разрушении водонефтяных эмульсий тяжёлых и вязких видов нефти, обеспечивая и обезвоживание и обессоливание до требуемого уровня.

Снижение вязкости при гидродинамической обработке нефти в интервале 39,1-69,31%;

Коэффициент обезвоживания увеличивается в 1,6 раза;

Коэффициент обессоливания увеличивается в 15 раз для тяжелых видов нефти;

4. Ультразвуковая обработка жидких углеводородов.

Механизм действия ультразвука, в некоторой степени аналогичен, механизму гидродинамического действия на жидкие углеводороды, отличие заключается в частоте, силе и амплитуде воздействия. При выборе УЗ - устройства необходимо, чтобы мощность воздействия превышала предельное напряжение сдвига для данной жидкости при этой температуре. Если не выполняется это условие, то необходимо дополнительное внешнее воздействие по разрушению парафинового объемного каркаса, затем для усиления и поддержания механических колебаний от УЗ-воздействия, можно использовать переменное электрическое поле промышленной частоты.

Экспериментальными исследованиями найден принцип начального разрушения парафинового каркаса и поддержания микроколебаний за счет дополнительного электрического воздействия, по этому принципу была собрана лабораторная установка обработки жидких углеводородов УЗ - воздействием. При воздействии интенсивным акустическим полем на жидкую среду отпадает необходимость в использовании дополнительных методов возбуждения высоковязкой жидкости т.к. мощность воздействия достаточна для турбулизации жидкости. Мощное акустическое поле приводит к возникновению кавитационных процессов, изменяющих не только коллоидно-дисперсные, но и молекулярные характеристики нефтяных дисперсных систем.

В качестве нефтяных объектов были использованы нефти месторождений Озен и Карсак. Опыты проводились при комнатной температуре, мощности УЗ воздействия в 1 кВт, частоте 24350 Гц. Температура застывания обработанных видов нефти постепенно снижалась при увеличении времени воздействия и достигала постоянного значения после 25-30 минут обработки. Депрессия температуры застывания составляла 12-15⁰С, вязкость нефти уменьшалась, в том же временном интервале в 1,2-1,5 раза, что составляет 20-50%. Переход возбужденных нефтяных систем в равновесное состояние

происходит постепенно. Период релаксации структурно - реологических свойств нефтяной системы, подвергнутой физическому воздействию составляет 24-36 часов. Необратимое снижение вязкости и температуры застывания может быть вызвано при более мощных воздействиях возникающих под действием ультразвука.

Выводы: В нефти месторождений Озен и Карсак, происходило уменьшение температуры застывания на 12-15⁰С; снижение вязкости на 20-50%; реологические свойства после обработки сохраняются в течение 24-36 часов.

5. Тепловая обработка жидких углеводородов.

Уменьшение текучести и температуры застывания высоковязкой (ВВН) и высокопарафинистой нефти (ВПН) связано с низким содержанием легких компонентов и большим содержанием парафинов, образование прочной структурной решетки (каркаса) при охлаждении. Пространственная структура разрушается при нагревании, нефть становится более текучей. Объемное нагревание реализуется с использованием индукционного сверхвысокочастотного нагревателя или инфракрасного излучения.

После нагревания (термообработки) реологические свойства нефти в виде уменьшенного значения вязкости сохраняются при более низкой температуре в течение 12-72 часов. Длительность этого времени зависит от режима термообработки и режима охлаждения. При термообработке ВПН происходят изменения дисперсного состава НДС, образованных из парафиновых и смоло-асфальтеновых веществ в виде изменения их размеров, количества адсорбированных веществ на поверхности парафиновых кристаллов и сил взаимодействия между ними. Изменяется также количество дисперсной фазы и дисперсионной среды. Эти же изменения происходят при охлаждении нефти. Задачей термообработки является получение продукта с максимальным содержанием дисперсионной среды, в которой дисперсные частицы обладали бы минимальной силой притяжения, что будет способствовать замедлению их кристаллизации и образованию прочно связанного пространственного каркаса.

В данной работе используется термостат, в котором выдерживали пробы емкостью 250 мл мазута при температурах: 40,50,60,70⁰С. Происходит резкое снижение вязкости в интервале 40-70⁰С: от 6350 мПа·с до 131 мПа·с. Реологические свойства после обработки сохраняются в течение 2 часов.

Список литературы / References

1. *Ахметкалиев Р.Б.* Диагностика процесса разделения нефтяных дисперсных систем. // Известия НАН РК, 2010. № 12. С. 91-93.
2. *Ахметкалиев Р.Б.* Исследование вязкости нефтяных дисперсных систем. Известия НАН РК. № 3, 2010. С. 10-14.
3. *Ахметкалиев Р.Б.* Улучшение технологических характеристик жидких углеводородов с использованием электромагнитного поля. Матер. Всемирного конгр. инженеров и ученых, Алматы. Том № 1, 2017. С. 194-198.
4. *Ахметкалиев Р.Б.* Исследование факторов регулирования свойств нефтяных дисперсных систем. Журнал «Промышленность РК». № 2, 2012. С. 84-87.
5. *Ахметкалиев Р.Б.* Исследование и разработка методов управления физико-химическими свойствами нефти для технологических операций нефтедобычи, подготовки, переработки и транспортировки. Научно-практический журнал «Научные исследования» подготовлен по материалам XX Международной научно-практической конференции «Научные исследования: ключевые проблемы III тысячелетия», 2017. № 9 (20).