

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЯНЫХ ШЛАМОВ ВЫСОКОЧАСТОТНЫМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

Ковалева Л.А., Миннигалимов Р.З, Зиннатуллин Р.Р.

Башкирский государственный университет

Рассматривается проблема утилизации нефтяных шламов. Приводятся результаты экспериментальных исследований диэлектрических характеристик образцов нефтяного шлама при высокочастотном электромагнитном воздействии. Дана оценка эффективности разрушения нефтяного шлама при электромагнитном воздействии.

Нефтяные шламы, накапливаемые в амбарах, представляют собой сложную смесь окисленных углеводородов (смола, асфальтенов, парафина), песка, растительного слоя земли, воды, солей, различных химических реагентов, использованных в процессе добычи, сбора и подготовки товарной нефти. В амбарах сосредоточены так называемые ловушечные нефти и замазученная почва, образующаяся в результате разлива нефти на поверхности. Со временем происходит процесс испарения и дальнейшего окисления нефти, формирования тяжелых остатков, состоящих практически из асфальто-смолистых веществ, не позволяющих обычными средствами удалить воду, соли и мехпримеси.

Многокомпонентный состав продукции нефтешламовых амбаров, наличие в них различных химических соединений создают многие проблемы в разработке технологии их утилизации, извлечения из них товарной нефти, очистки от нефтепродуктов твердого остатка. Высокая вязкость, повышенное содержание механических примесей и, самое главное, высокая агрегативная устойчивость амбарных эмульсий обусловлены, главным образом, повышенным содержанием асфальтенов, смол, парафинов и других компонентов.

В процессе изучения состава нефтешламовых амбаров выявлены следующие слои [1]:

- верхний слой, состоящий из нефтяной эмульсии с содержанием нефтепродуктов 81-98 %;
- слой воды, содержащий до 65 % нефтепродуктов;
- донный слой, содержащий до 65 % нефтепродуктов;

- загрязненный грунт, содержащий до 8 % нефтепродуктов;
- чистый грунт.

Основной проблемой при утилизации нефтешламовых амбаров является обезвоживание верхних слоев, представляющих собой устойчивую водонефтяную эмульсию. Агрегативная устойчивость эмульсий обуславливается присутствием в нефти тяжелых высокомолекулярных полярных компонентов (смолы, асфальтены и др.), которые, адсорбируясь на поверхности капель воды, образуют бронирующие оболочки и препятствуют их слиянию, укрупнению и оседанию. Минерализация и наличие других механических примесей увеличивает устойчивость эмульсии [2].

Высокая устойчивость эмульсии создает особые трудности в процессе переработки верхних слоев нефтешламовых амбаров с большим содержанием асфальто-смоло-парафиновых веществ. Методы воздействия на водонефтяную эмульсию, направленные на снижение агрегативной устойчивости, эффективное разрушение бронирующих оболочек эмульсионных капелек и создание благоприятных условий для их коалесценции составляют основу технологии обезвоживания.

В связи с тем, что асфальтены и смолы, которые представляют основу бронирующей оболочки, являются полярными веществами [3], представляется возможным использование эффектов резонансного взаимодействия высокочастотных (ВЧ) электромагнитных полей (ЭМП) с полярными компонентами нефтей для эффективного разрушения высокоустойчивых водонефтяных эмульсий.

Эффективность разрушения определяется частотой приложенного поля и диэлектрическими свойствами водонефтяной эмульсии, которые характеризуют ее поведение во внешнем поле. Поэтому детальное исследование зависимости диэлектрических свойств водонефтяных эмульсий от частоты поля дает возможность установить область частот наиболее эффективного действия поля на эмульсию.

С этой целью были исследованы диэлектрические свойства образцов водонефтяных эмульсий с различным содержанием воды в диапазоне частот 30–300 МГц при температуре 293 К и атмосферном давлении. Результаты, приведенные на рис. 1 показывают, что для большинства исследованных образцов

зависимость тангенса угла диэлектрических потерь от частоты $tg\delta(f)$ имеют ярко выраженные максимумы в рассматриваемом диапазоне частот. Это позволяет прогнозировать резонансное взаимодействие объектов с ВЧ полем. Наличие максимума на этих кривых говорит о том, что именно при той частоте, при которой $tg\delta$ имеет максимальные значения, энергия поля особенно интенсивно поглощается полярными компонентами, образующими бронирующие оболочки в эмульсии.

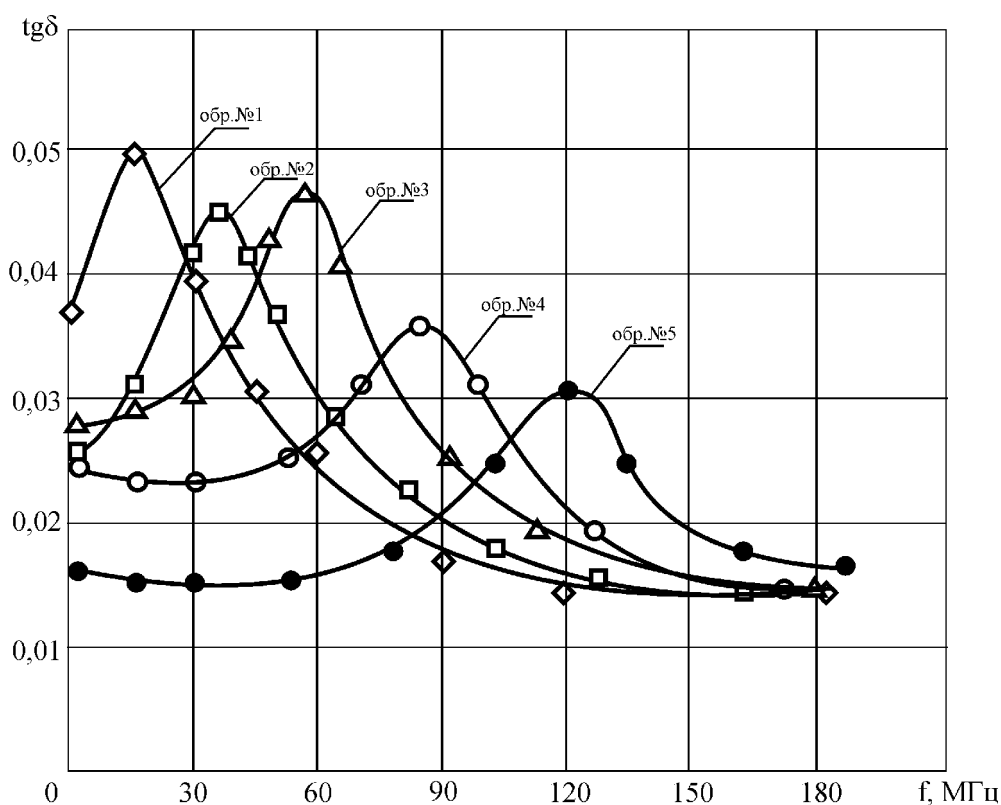


Рисунок 1. Зависимость тангенса угла диэлектрических потерь для образцов нефтешлама от частоты ЭМП с различным содержанием воды в образцах:

№1 – 72 %; №2 – 42 %; №3 – 28 %; №4 – 16 %; №5 – 3 %.

Следовательно, при помещении такой эмульсии во внешнее поле с частотой, соответствующей максимуму поглощения, в ней могут возникнуть интенсивные термо- и гидродинамические эффекты, и прочность молекулярной связи между дипольными молекулами оболочки снизится. Это ослабит прочность всей оболочки, что, в конечном счете, приведет к разрушению водонефтяной эмульсии.

Для проверки этого факта на исследуемые образцы воздействовали высокочастотным полем промышленной частоты равной 13,56 МГц. Обработка эмульсии полем осуществлялась в отсутствии гидродинамических воздействий, связанных с течением эмульсии, т.е. в статическом режиме.

Для каждого образца предварительно было определено индивидуальное время воздействия, при котором образцы нагревались до одинаковой температуры (80 °С). Обработанные полем образцы сливались из рабочей ячейки в стеклянный отстойник и по истечении суток определялась доля выделившейся из эмульсии воды. Результаты экспериментов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Отслоение воды при воздействии высокочастотным электромагнитным полем

№ образца	1	2	3	4	5
Резонансная частота f_m , МГц	16	35	55	85	120
Количество отслоившейся воды, %	79,1	44,7	43,1	44,2	44,4

Из анализа таблицы 1 видно, что при воздействии на образцы нефтешлама электромагнитным полем частотой 13,56 МГц эффективнее разрушается тот образец, для которой частота, соответствующая максимуму $tg\delta$ приблизительно равна частоте воздействия либо частота воздействия входит в область ширины резонансной кривой для образца. С этой точки зрения наиболее близким по резонансной частоте является образец №1. Поэтому для образца №1 происходит наибольшее отслоение воды.

По мере отслоения воды согласно теории Дебая резонансная частота для эмульсии будет смещаться в область высоких частот, что объясняется уменьшением вязкости эмульсии по мере уменьшения количества воды в эмульсии [4, 5]. Тогда выбранная для данной эмульсии частота воздействия после выхода её из области ширины резонансной кривой эмульсии уже не окажет ожидаемого эффекта.

С целью оценки эффективности разрушения водонефтяных эмульсий при воздействии ВЧ ЭМП были исследованы различные виды воздействия на образец №1:

- химический;
- тепловой;
- теплехимический;

- воздействие ВЧ электромагнитным полем (частотой 13,56 МГц);
- воздействие СВЧ электромагнитным полем (частотой 2,40 ГГц).

Результаты исследований приведены на рис. 2.

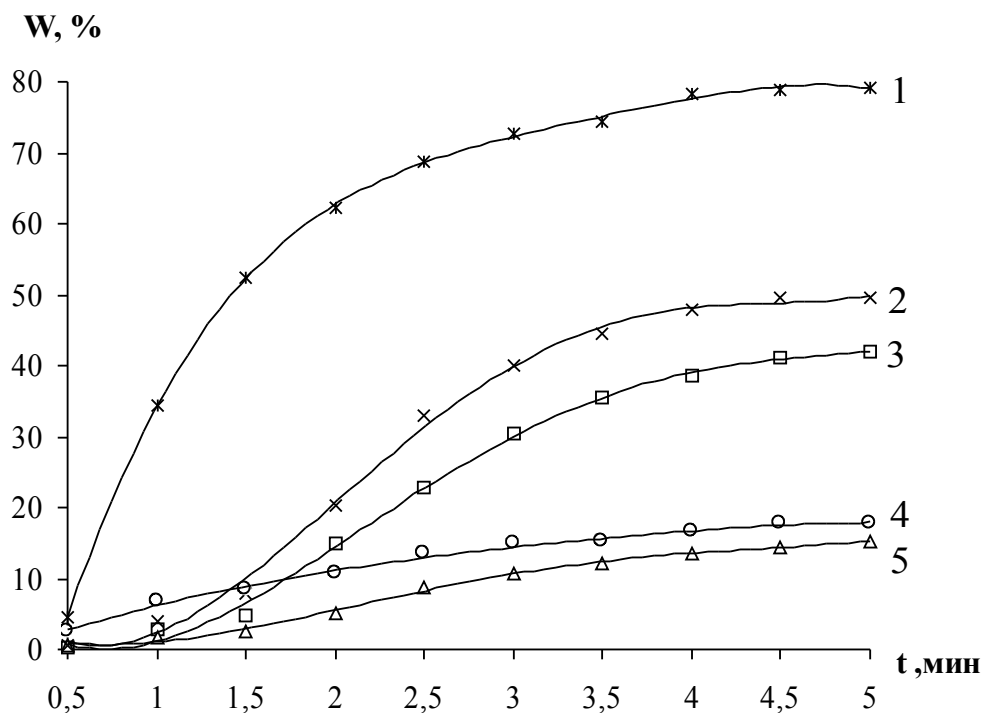


Рисунок 2. Динамика отслоения воды при различных видах воздействия:

- 1 – ВЧ электромагнитное; 2 – теплохимическое; 3 – химическое;
4 – СВЧ электромагнитное; 5 – тепловое.

Из рисунка видно, что процесс отслоения воды идет наиболее интенсивно при воздействии на эмульсию ВЧ электромагнитным полем (кривая 1). В СВЧ электромагнитном поле частотой 2,40 ГГц на молекулы асфальтенов и смол, которые составляют основу бронирующей оболочки водонефтяной эмульсии, не оказывается резонансное воздействие, так как область дисперсии диэлектрических параметров для этих молекул находится в ВЧ диапазоне. Поэтому наблюдаемое отслоение воды при СВЧ ЭМ воздействии происходит за счет теплового воздействия, что подтверждается близостью кривых 4 и 5. Химическое воздействие осуществлялось добавлением в эмульсию деэмульгатора «Геркулес 1017» при температуре 24 °С (кривая 3), а при теплохимическом

воздействии (кривая 2) отстойник со смесью помещался в термобаню с температурой 75 °С.

Заключение

Проведенные исследования показали, что для большинства образцов нефтешлама диэлектрические параметры испытывают дисперсию в высокочастотном диапазоне частот 1–100 МГц, вызванную именно молекулами смол и асфальтенов, которые составляют основу бронирующей оболочки на поверхностях капель воды в эмульсии. Поэтому при воздействии на образец электромагнитным полем с частотой равной 13,56 МГц, входящей в вышеуказанный диапазон, происходит резонансное взаимодействие полярных молекул с полем, что приводит к разрушению бронирующих оболочек.

На основе проведенных исследований предложена методика разрушения водонефтяной эмульсии под воздействием электромагнитного поля, учитывающая изменяющиеся свойства эмульсий.

Литература

1. Лапаева З.А., Новиков В.П., Первушин Л.К., и др. Анализ состава и физико-химических свойств нефтяных шламов применительно к практическому методу обезвоживания // Башкирский Химический журнал, 1994. №4. – с. 56 – 57.
2. Бойков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. – М.: Недра, 1981. – 261 с.
3. Тронов В.П. Разрушение эмульсии при добыче нефти. М:Недра, 1974.–271с.
4. Денисова Н.Ф., Чистяков С.И., Саяхов Ф.Л. К вопросу о диэлектрических свойствах эмульсий // Нефтяное хозяйство. – 1972. – № 9. – с. 58 – 60.
5. Саяхов Ф.Л., Хакимов В.С., Арутюнов А.И. и др. Диэлектрические свойства и агрегативная устойчивость водонефтяных эмульсий // Нефтяное хозяйство. – 1979. – №1. – с. 36 – 39.