

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЭМУЛЬСАЦИИ
ВОДОНЕФТЯНЫХ СРЕД ПУТЕМ ИХ
МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Ахияров Р.Ж., Гоголев Д.А., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Обосновывается возможность применения магнитогидродинамической обработки деэмульгаторов во внутритрубном пространстве с целью повышения эффективности процесса деэмульсации водонефтяных сред. Приводится описание принципа работы пилотного устройства для магнитогидродинамической обработки и результаты его стендовых испытаний в натуральных условиях. Показано, что магнитогидродинамическая обработка водонефтяных сред с деэмульгаторами повышает количество выделяющейся воды в среднем на 9-16 %.

Длительная эксплуатация нефтяных месторождений и заводнение нефтеносных пластов приводят к образованию стойких водонефтяных эмульсий. Для борьбы с этим явлением широко применяют обработку водонефтяных сред с помощью деэмульгаторов. Использование реагентов представляет собой достаточно сложный многофакторный процесс, успешная реализация которого зависит от скрупулезного учета влияния каждого из факторов (строение и свойства реагента, характер его взаимодействия с заряженными оболочками глобул и механическими примесями, влияние термодинамических условий и др.) на механизм и эффективность деэмульсации [1,2].

На нефтепромыслах России широкое применение находят, в частности, деэмульгаторы Рекод, Реапон, Сондем, Альтосан, ДПН, Dissolvan (Швейцария), Serapol (Великобритания). В технических условиях на эти реагенты регламентируется высокая эффективность действия при концентрациях 15-50 г/т. Однако, как правило, в промысловых условиях реальная эффективность перечисленных деэмульгаторов значительно ниже регламентируемой. Причиной такого положения является то, что на стадии разработки и производства реагентов очень сложно учесть все факторы, влияющие на их эффективность, вследствие изменения состава добываемой водонефтяной среды и режимов работы скважин.

В нефтедобыче в качестве деэмульгаторов используют, как правило, амины, амиды, триазины, соединения эфиров, спиртов, жирных кислот и т.п. Они имеют неподеленные пары р-электронов на электроотрицательных атомах, которые взаимодействуют с атомами и молекулами бронирующих оболочек глобул эмульсий по механизмам физической или химической адсорбции. Увеличение заряда на атомах молекул деэмульгаторов повышает реакционную способность реагентов [1].

Известно [3], что органическим нейтрально-заряженным молекулам можно придать положительный заряд посредством присоединения к ним протонов кислот, в результате чего образуются карбокатионы. Однако использование в этих целях сильных кислот в процессах добычи нефти нецелесообразно.

На пути совершенствования процесса обработки водонефтяных сред существуют два основных решения: создание и применение новых более эффективных реагентов и улучшение характеристик строения и рабочих параметров известных и широко используемых деэмульгаторов. Первое решение является, как правило, более затратным, так как требует выполнения всего комплекса работ по получению новых реагентов, базирующихся зачастую на дорогостоящем сырье. Второе решение дает возможность, основываясь на уже существующих технологиях, влиять на упомянутые факторы, способствуя повышению эффективности процесса деэмульсации. Следует отметить, что усилия большинства исследователей направлены именно на создание и внедрение новых реагентов, в то время как изучению возможностей повышения эффективности известных деэмульгаторов внимания уделяется неоправданно мало. При этом положительный результат может быть уже получен не на стадии воздействия на чистый реагент, а на стадии его целевого использования. Так, показано [4,5], что при обработке магнитным полем водонефтяных эмульсий эффективность деэмульгаторов несколько повышается.

В то же время установлено [6], что магнитогидродинамическая обработка (МГДО) промысловых сред, осуществляемая в рамках энергосберегающих технологий, позволяет целенаправленно перераспределять ионы в их объеме, чем можно воспользоваться с целью модифицирования ионами молекул деэмульгаторов и улучшения их свойств.

Для внутритрубной МГДО деэмульгаторов было спроектировано и изготовлено пилотное устройство УВМГДО-1.1 для проведения стендовых испытаний. С целью исследования эффективности и механизма МГДО проведена серия лабораторных испытаний различных деэмульгаторов и квантово-химический расчет энергии взаимодействия их молекул с ионами гидроксония.

Проведенные расчеты показали, что рост реакционной способности молекул оксиэтилированной жирной кислоты происходит вследствие присоединения к атомам кислорода ионов гидроксония, что повышает электростатический потенциал образующихся комплексов и способствует увеличению эффективности деэмульгатора.

Кроме того, при проведении МГДО эффективность деэмульгатора возрастает из-за имеющего место повышения дипольных моментов их молекул и роста положительных зарядов на отдельных атомах.

Поскольку для месторождений на поздней стадии эксплуатации характерны эмульсии типа «нефть в воде», рост положительных зарядов на атомах деэмульгатора активизирует взаимодействие его молекул с отрицательно заряженными глобулами нефти, приводит к нейтрализации их заряда с последующим сливанием в глобулы больших размеров.

Данное пилотное устройство прошло стендовые испытания на скважинах № 413 и № 746 Сергеевского месторождения Уфимского управления добычи нефти и газа.

Оценку эффективности МГДО водонефтяных эмульсий с деэмульгаторами производили по количеству воды, выделившейся со временем из устойчивой водонефтяной эмульсии в градуированных отстойниках (метод «бутылочной» пробы). Эмульсию ставили на отстаивание и проводили контроль степени ее расслоения через определенные интервалы времени.

Количество выделившейся воды (%) вычисляли по формуле

$$W = \frac{V}{V_0} \cdot 100 \%,$$

где V – объем выделившейся воды, л; V_0 – объем воды в эмульсии, л.

Влияние МГДО на эффективность деэмульгаторов определяли по изменению количества выделившейся воды (%) из необработанной и обработанной среды по формуле

$$\Delta_d = W_{МГДО} - W_0,$$

где $W_{МГДО}$ и W_0 – количество выделившейся воды из среды, прошедшей и не прошедшей МГДО соответственно, %.

Установлено, что МГДО приводит к существенному росту эффективности испытанных деэмульгаторов (см. рисунок и таблицу) и зависит от их основы и компонентного состава.

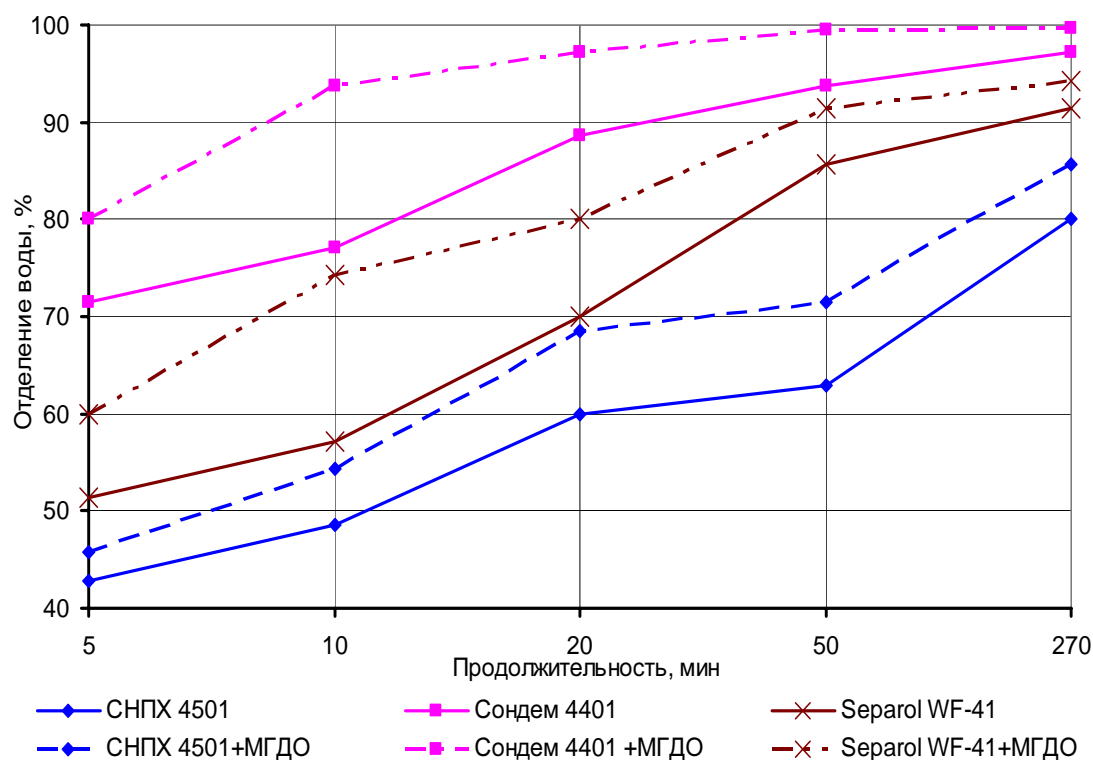


Рисунок 1. Влияние МГДО на эффективность деэмульгаторов

На основании результатов лабораторных и стендовых испытаний разработанного устройства для МГДО водонефтяных сред спроектировано промышленное устройство, которое может быть врезано в действующий трубопровод или установлено на байпасной линии.

Таблица 1

Изменение эффективности деэмульгаторов в результате МГДО
(концентрация 50 мг/л; время отстаивания эмульсии 10 мин)

Деэмульгатор	Количество выделившейся воды, %		Эффект МГДО, %
	без МГДО	с МГДО	
Сондем 4401	77	94	17
СНПХ 4501	49	54	5
Separol WF-41	56	75	19

Таким образом, расчетными и экспериментальными методами показано, что существует принципиальная возможность значительного повышения эффективности процесса деэмульсации водонефтяных сред путем целенаправленного изменения строения и свойств молекул деэмульгаторов, осуществляемого посредством внутритрубной МГДО. При этом используется энергосберегающее устройство для обработки сред с деэмульгаторами, стоимость которого намного ниже стоимости сэкономленных объемов реагентов. Разработанный метод и устройство обработки деэмульгаторов во внутритрубном пространстве позволяют повысить их эффективность в среднем на 9-16 %. Тем самым появляется возможность снижения рабочих концентраций деэмульгаторов в водонефтяных средах при сохранении высокой эффективности процессов.

Литература

1. Книга Налко о воде. Изд. Второе. Под редакцией Фрэнка Н. Кеммера. Изд-во McGraw-Hill Book Company. 1987 – 1103 с.
2. Позднышев Г.Н. Стабилизация и разрушение эмульсий. – М.: Недра, 1982. – 222 с.
3. Коптюг В.А. Карбокатионы: Строение и реакционная способность. 1964-1975. – М.: Наука, 2001. – 419 с; ил. (Избранные труды; Т. 1 кн. 1).
4. Вольцов А.А., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е., Максимочкин В.И. Интенсификация процесса подготовки нефти путем воздействия магнитного и вибрационного

полей на промысловые эмульсии //Новые разработки в химическом и нефтяном машиностроении: матер. второй науч.-практ. конф. – Уфа: Изд-во ООО «Выбор», 2003. - С. 42-44.

5. Вольцов А.А., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е., Максимочкин В.И. Интенсификация первичной подготовки нефти //Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности объектов трубопроводного транспорта углеводородного сырья: тез. докл. науч.-практ. конф. - Уфа: Изд-во ТРАНСТЭК, 2004. - С. 131-132.

6. Навалихин Г.П., Лаптев А.Б., Бугай Д.Е. Магнитогидродинамический метод защиты от коррозии нефтепромысловых трубопроводов //Коррозия металлов, предупреждение и защита: тез. докл. конф. на инновац.-промышл. форуме «Промэкспо-2006». – Уфа, 2006. – С. 112-113.