

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента Магадовой Любови Абдулаевны на диссертационную работу Асадуллина Рустэма Рустямовича «Разработка технологического процесса ограничения водопритокков на основе применения обратных эмульсий с твердой дисперсной фазой», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. - Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений

### **1 Актуальность темы диссертационной работы**

Вопросы получения, стабилизации и регулирования физико-химических свойств коллоидных систем, таких как обратные (гидрофобные) эмульсии (ОЭ) относятся к числу особенно актуальных проблем в нефтедобыче, особенно при использовании обратных эмульсий в ремонтно-изоляционных работах. Наиболее сложным вопросом, решаемым в данном направлении, является стабилизация эмульсий с применением высокодисперсной твёрдой фазы (эмульсии Пикеринга). Известно, что твёрдая фаза с достаточно гидрофильной поверхностью (глина, кремнезём и др.) стабилизируют преимущественно прямые эмульсии. Гидрофобные частицы твёрдой фазы (сажа, аэросил, хризотил и др.) способны стабилизировать обратные эмульсии. Частицы твёрдой фазы на поверхности капель эмульсии располагаются так, что большая часть их поверхности находится в дисперсной среде. Для обеспечения устойчивости обратных эмульсий необходимо создавать на поверхности капель плотное их покрытие твёрдой дисперсной фазой. Если степень смачивания частиц стабилизатора средой и дисперсной фазой резко отличаются, то все твёрдые частички будут находиться в объеме фазы, которая их лучше смачивает, но стабилизирующего действия они оказывать не будут.

Изучение указанных проблем, связанных с проявлением различных поверхностных явлений в обратных эмульсиях и их влияние на агрегативную устойчивость в условиях изменения температуры, рН-среды, концентрации исходных компонентов, времени перемешивания является не только

перспективным направлением развития теории создания высокоэффективных дисперсных систем на основе обратных эмульсий Пикеринга, но и технологически и экономически привлекательным методом интенсификации добычи нефти из месторождений карбонатных коллекторов путём блокирования обводнившихся интервалов продуктивного пласта. В ряде случаев данный метод воздействия на пласт не имеет альтернативы, учитывая его высокие прочностные характеристики, термостабильность, регулируемость свойств, селективность. Все указанные характеристики обратных эмульсий Пикеринга способны создать конкуренцию с имеющимися осадкогелеобразующими составами, показавшими низкую эффективность их применения в трещиноватых карбонатных пластах.

Дальнейшее изучение технологического процесса на основе использования обратных эмульсий Пикеринга для решения указанных задач представляет несомненный практический интерес и заметную перспективу при проведении ремонтно-изоляционных работ в процессах интенсификации добычи нефти из трещиноватых карбонатных коллекторов.

## **2 Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций**

Обоснованность разработанных автором научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируются на современных представлениях методов физического моделирования, теоретических, экспериментальных и практических исследованиях, выполненных для конкретных геолого-физических условий месторождений, приуроченных к карбонатным коллекторам, осложненным высокой степенью трещиноватости, минерализованными пластовыми водами.

Соискателем обоснован и предложен механизм образования обратных эмульсий с включением твёрдой фазы с учётом следующих факторов: температуры пласта, минерализации, седиментационной устойчивости, адгезионной способности, концентрации исходных компонентов,

реологических характеристик и селективных свойств.

Экспериментально и практически установлена возможность регулирования прочностных характеристик обратных эмульсий путём изменения концентраций её исходных компонентов.

Опытно-промысловыми испытаниями, проведенными соискателем, подтверждена технологичность обратной эмульсии Пикеринга и уточнены критерии её применения. Получена удовлетворительная степень сходимости промысловых результатов и экспериментальных исследований, нашедших подтверждение при проведении ремонтно-изоляционных работ на трёх скважинах, представленных карбонатными коллекторами.

### **3 Достоверность и новизна исследований, полученных результатов, выводов и рекомендаций**

Достоверность основных положений диссертационной работы подтверждена результатами экспериментальных и промысловых исследований технологии ограничения водопритоков на основе обратных эмульсий, стабилизированных твердой фазой – хризотилом.

Вывод к каждой главе и заключение по диссертации вытекают из цели и поставленных в работе задач.

Разработана новая обратная эмульсия, стабилизированная твердой фазой – хризотилом (эмульсия Пикеринга). Данная ОЭ способна формировать изоляционные экраны в высокопроницаемых обводнившихся зонах неоднородного пласта.

Изучены процессы агрегативной и седиментационной устойчивости обратных эмульсий в условиях различных скоростей перемешивания для достижения оптимальной дисперсности и последующего достижения эффекта затухания фильтрации в моделируемых условиях пласта. Обоснованы реологические характеристики обратных эмульсий с различным содержанием твёрдой дисперсной фазы (хризотила или аэросила) для предварительной оценки изолирующих свойств обратных эмульсий, характеризующихся

изменением напряжения сдвига от скоростей сдвига. В ходе реологических исследований установлено, что все исследуемые образцы обратных эмульсий является неньютоновскими жидкостями, а именно имеют свойства псевдопластичных жидкостей, т.е. зависимость касательного напряжения от скорости деформации сдвига аппроксимируется степенной моделью Оствальда-де-Ваале, которая хорошо описывается как при прямом, так и при обратном ходах. Соискателем установлено, что вследствие процессов структурообразования вязкость стабилизированной эмульсии со временем увеличивается, что подтверждают результаты проведённых исследований, которые свидетельствуют, что данные, полученные на прямом ходу ниже, чем на обратном, т.е. стабилизированные обратные эмульсии обладают свойством реопексии, а вязкость нестабильной обратной эмульсии (вследствие выделения водной фазы) уменьшается, т.е. проявляется свойство тиксотропии. Установлен эффект динамического запираания обратных эмульсий с включением твердой фазы – хризотила. Обнаруженный эффект динамического запираания следует учитывать при обосновании технологического процесса. Дальнейшее использование указанного эффекта в сочетании с результатами реологических и фильтрационных исследований при проектировании технологии для призабойной зоны и пласта, а также при глушении скважины, позволяет значительно повысить эффективность стабилизированных обратных эмульсий Пикеринга, имеющих безусловную перспективность применения в указанных процессах нефтедобычи.

При проведении фильтрационного эксперимента, моделирующего реальные условия пласта определены критические градиенты давления, предопределяющие прорыв фильтрующейся жидкости через изоляционный барьер, сформированный обратными эмульсиями Пикеринга.

#### **4 Оценка содержания диссертации, ее завершенность**

Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, заключения, библиографического списка использованной литературы, включающего 100

наименований. Работа изложена на 147 страницах машинописного текста, содержит 93 рисунка, 15 таблиц.

Рассматриваемая диссертация носит завершенный характер, выполнена в рамках поставленной цели и решаемых задач.

Текст диссертационной работы написан понятным научным языком, с соблюдением действующих требований и нормативов.

Автореферат отражает основные идеи, содержание и выводы диссертации, выдержан по объему и форме.

## **5 Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации**

Основное содержание диссертационной работы опубликовано в открытой печати. По теме диссертации опубликованы 12 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК Министерства науки и высшего образования РФ. Опубликованные работы полностью соответствуют теме диссертации и в полной мере отражают ее содержание.

### **По диссертационной работе имеются следующие замечания:**

1. Известно, что процесс распределения твёрдой фазы на поверхности капель эмульсии, т.е. стабилизирующие свойства, достаточно убедительно показаны в работе соискателя методом визуализации, с применением прибора специальной конструкции Института механики УФИЦ РАН. В ходе выполнения ОПИ данный процесс контролировался с помощью портативного вискозиметра. По результатам, полученным на данном приборе, можно отследить изменения вязкостных характеристик ОЭ. Однако, пробы эмульсии следует отправлять в лабораторию для установления указанных параметров, что затрудняет и удлиняет технологический процесс, а портативный вискозиметр дает низкую точность при контроле за показателями. При проведении промышленных испытаний ОЭ, на мой взгляд,

следует предусмотреть и организовать другой способ контроля за процессом стабилизации ОЭ твёрдой фазой. Так, контроль за процессом стабилизации ОЭ хризотилом возможно осуществлять с помощью прибора ПЭС-100, определяющим параметр стабильности обратных эмульсий - напряжение пробоя. Так при условии стабильных характеристик ОЭ устанавливается высокое напряжения пробоя, соответственно при разрушении обратных эмульсий - напряжение пробоя характеризуется низкой величиной. Использование данного прибора, широко применяемого в конкретных случаях, позволит соискателю повысить успешность реализуемого им технологического процесса в реальных промышленных условиях. Данное замечание носит рекомендательный характер.

2. В работе соискатель подчеркнул, что на основании измерений реологических характеристик стабилизированных обратных эмульсий можно сделать вывод о наличии в ОЭ свойств, характерных для псевдопластических жидкостей. Какие зависимости, полученные в ходе экспериментов, могут подтвердить данный вывод? Как процессы изменения вязкостных характеристик нестабилизированных обратных эмульсий влияют на их тиксотропные свойства, а стабилизированных обратных эмульсий на реопектические свойства?

## **6 Заключение**

Диссертационная работа Асадуллина Рустэма Рустямовича «Разработка технологического процесса ограничения водопритокков на основе применения обратных эмульсий с твердой дисперсной фазой» соответствует критериям п. 9 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 года № 842 (пп. 9-14), Постановления Правительства РФ от 21 апреля 2016 года № 335 «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Она является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач методологического и технологического обеспечения повышения коэффициента охвата пласта заводнением путем подключения в работу

дополнительных пропластков, имеющие существенное значение для нефтегазовой отрасли.

Предлагаемые автором разработки обладают научной новизной и практической ценностью.

Автор Асадуллин Р.Р. заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. – Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

Официальный оппонент:

Магадова Любовь Абдулаевна,  
профессор кафедры «Технологии химических  
веществ для нефтяной и газовой промышленности»,  
доктор технических наук по специальности  
02.00.11 – «Коллоидная химия и  
физико-химическая механика», доцент

Дата составления: 25.04.2023г

  
Магадова Любовь Абдулаевна

ФГАОУ ВО «Российский государственный  
университет нефти и газа (национальный  
исследовательский университет) имени И.М. Губкина»

Адрес: 119991, г. Москва, проспект Ленинский,  
дом 65, корпус 1  
Телефон: 8 (499) 507-88-88  
E-mail: [lubmag@gmail.com](mailto:lubmag@gmail.com), 8 (916) 248-73-43

*Согласна на включение своих персональных данных в документы, связанные с  
работой диссертационного совета и дальнейшую обработку*

Подпись Магадовой Любви Абдулаевны **заверяю**

