

*«Металлургиядағы
ғылыми - техникалық прогресс»*

**VIII Халықаралық
ғылыми - тәжірибелік
конференциясының**

ЕҢБЕКТЕРІ



ТРУДЫ

**VIII Международной
научно - практической конференции**

*«Научно - технический
прогресс в металлургии»*

Томск 2015

4. И.Е. КОРЗИЛОВА, Н.В. ВИЗГАВЛЮСТ, Е.А. ЗУЕВА, Л.В. ЧЕПЕЛЯН
Численный анализ моделей кинетических схем при расчете образования оксидов азота при факельном сжигании твердого топлива 481
5. Б.Х. ИСАНОВА, Н.Ф. ГАВВА, Г.И. СҰЛТАМҰРАТ
Конвертелік шлакты фосфорсыздандыру 482
6. В.В. МЕРКУЛОВ, В.Г. ГЕРМАШЕВ, С.Н. МАНТЛЕР
Композиционные ПАВ для обработки призабойных зон 483
7. О.А. РЯПОЛОВ, В.В. МЕРКУЛОВ
Обоснование развития различных производств тонкого органического синтеза в Республике Казахстан 488
8. В.Л. ЛЕХТМЕЦ, А.А. ЧЕРНЫШЕВА, Б. Р. ШАЙГАРАЕВА
Влияние связующего УСК-1 на технологические и служебные свойства стержневых и формовочных смесей 492
9. Г.Н. МУСИНА, YONGSHENG WANG, М.И. БАЙКЕНОВ, М.К. ИБАТОВ, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, Ж.А. ЖУРИНТАЕВ
Первичная гидрогенизация каменноугольной смолы в присутствии псевдогомогенных железосодержащих катализаторов 494
10. Г.Н. МУСИНА, М.К. ИБАТОВ, YONGSHENG WANG, М.И. БАЙКЕНОВ, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА, Ж.А. ЖУРИНТАЕВ
Аддитивный метод определение термодинамических функций тяжелого углеводородного сырья (каменноугольной смолы) и гидрогенизаторов 497
11. Д.К. ЖАНАБЕРГЕНОВА
Зеленая экономика – путь к устойчивому развитию 501
12. В.В. МЕРКУЛОВ, Е.В. МЕРКУЛОВА, С.Н. МАНТЛЕР
Воздействие на экосистемы региона комплекса по очистке технологических газов на АО «АрселорМиттал Темиртау» 505

Секция 5. Подготовка конкурентоспособных специалистов для промышленности и пути повышения качества научных кадров 513

1. DUSAN RADONJIC, А.Г. БУТРИН, З.С. ГЕЛЬМАНОВА, Н.А. ГАРТ
Совершенствование логистической системы металлургического предприятия 519
2. Т.А. АБДРАХМАНОВА
Проблемы социальной адаптации учащихся 522
3. А.Г. БУТРИН, З.С. ГЕЛЬМАНОВА, Н.А. ГАРТ
Технический уровень и снижение затрат – путь к научно-техническому совершенствованию металлургического предприятия 526
4. В.В. БИРЮКОВ, М.К. ИБАТОВ
Проблемы жизненного цикла вузовских разработок 529

- Н.Н. БИРЮКОВ
Перспективы использования фриланса в современных условиях 481
- Г.Н. ГОРИНKOVA
«Ценность» пропуска занятий 483
- В.С. МУСҰЛЛИМОВА
Педагогическая поддержка как фактор личностного развития 488
- Д.Н. ИСҰАКОВА
Роль прямых иностранных инвестиций в развитии инновационных технологий предприятий 492
- В.Н. ПУРСЕИТОВ, Г.Т. ТУРГУМБАЕВА
Связи показателей использования труда и фондоотдачи 494
- М.В. ТУРАБАЕВА, А. МУРАТОВА
Қазақстанның дүниежүзілік сауда ұйымына кіруі 497
- Г.А. СИВЯКОВА, Т.М. БОНДАРЦОВА
Задачи и перспективах подготовки кадров в сфере высшего профессионального образования РК 501
- А.В. МУСИНА
Написание технических английских текстов для студентов технических специальностей – языковые аспекты и особенности преподавания 505
- А.К. АДИЛОВА
Подготовка кадров для металлургии Казахстана (опыт 50-х, 60-х годов XX века) 507
- К.П. СОЛОМОНОВ, В.И. ТАРЛЫКОВ
Инновационные методики преподавания инженерной графики 513
- М.К. БАЙМБЕТОВА
Изучение русско-казахской межъязыковой интерференции на лексико-словообразовательном уровне 519
- В.П. ФЕТ, М.М. ТАТИЕВА
Экшмен как часть процессного подхода в учебной деятельности вузов 522
- М.М. ТАТИЕВА, Е.П. ФЕТ
О реализации ГП ФИИР в Карагандинской области 526
- А.С. ПЕТРОВСКАЯ, О.В. БАЛАХОНЦЕВА
Человеческий капитал как источник экономического роста 529
- В.В. БИРЮКОВ, А.А. КОЧЕРБАЕВА
Ментальность управленческой деятельности 535
- В.В. БИРЮКОВ, С.Е. САВИНА
Проблемы занятости населения в переходный период 537
- А.В. АЛДАБАЕВА, А.Е. МАЙКЕНОВА
Қазақстанда индустриялық инфрақұрылымдарды дамыту- басты міндет 541
- С.Б. ХАМИТОВ, Ж.А. АХМЕТОВ
Студенттердің құқықтық құндылықтар тұрғысына тәрбиеудің құқықтық санасын қалыптастырудың кейбір мәселелері 545

КОМПОЗИЦИОННЫЕ ПАВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН¹В.В. МЕРКУЛОВ, ²В.Г. ГЕРМАШЕВ, ¹С.Н. МАНТЛЕР¹г. Темиртау, РГП «Карагандинский государственный индустриальный университет»,
²НП ОАО «СинтезПАВ», Россия, Белгородская обл.)

В процессе разработки нефтяных месторождений призабойные зоны пластов (ПЗП) несут основную нагрузку по транспорту пластовых жидкостей (нефть, пластовые и нагнетаемые воды) к добывающим скважинам и нагнетаемых (вытесняющих) жидкостей вглубь пласта от нагнетательных скважин. В связи с этим от состояния ПЗП во многом зависят как темпы добычи нефти, так и текущая и конечная нефтеотдача пластов.

В настоящее время накоплен значительный опыт воздействия на ПЗП различными методами (гидродинамический разрыв пласта, тепловые и волновые воздействия, физико-химические воздействия и другие). Среди них особое место принадлежит методам с применением поверхностно-активных веществ (ПАВ), так как проблемы регулирования состояния ПЗП и практически всех основных процессов в добыче нефти связаны с поверхностными и капиллярными явлениями, как во всем пласте, так и в данной ПЗП. Положительная роль ПАВ просматривается в сочетании как с различными физико-химическими, так и с другими методами воздействия на ПЗП.

Для заводнения пластов было предложено использовать водорастворимые неионогенные ПАВ – оксиэтилированные алкилфенолов ОП-10. Промысловый опыт использования этого метода показал противоречивые результаты [1]. Дополнительные исследования показали, что при нагнетании в пласт слабokonцентрированных растворов ПАВ работа по отмыванию нефти осуществляется в основном только в призабойных зонах нагнетательной скважины. По мере движения потока в глубь пласта, концентрация ПАВ в нем снижается, межфазное натяжение на поверхности контакта раствора с нефтью растет и положительный эффект действия ПАВ падает. По мере продвижения потока вглубь пласта от призабойной зоны его температура растет, а минерализация чаще всего повышается. При этом в первую очередь из потока адсорбируется на уже отмывтой поверхности гомологи с низким и средним ГЛБ, а оставшиеся гомологи с длинной полиоксиэтиленовой цепью (сверхвысокие ГЛБ) имеют низкую поверхностную активность.

На основе множества детальных лабораторных исследований процесса вытеснения нефти из минеральных пористых сред водными растворами ПАВ и других компонентов, было сделано предположение о возможности создания в поровом пространстве условий однородности по фазовой проницаемости вытесняющей жидкости, нефти и пластовой воды [1,2]. Практически это удастся осуществить на ограниченном по размеру участке пласта при заводнении путем организации достаточного по размеру фронта (оторочка), содержащего концентрированную систему специально подобранных ПАВ [3-5].

Первоначально это делалось с использованием, так называемых, мицеллярных растворов на основе водомаслорастворимых нефтяных сульфонатов. Наиболее эффективные мицеллярные растворы содержат равные объемы водной и углеводородной фаз. Это так называемые среднефазные составы третьего типа по Винзору [1] на диаграммах равновесных фазовых расслоений углеводородных смесей, содержащих ПАВ (в зависимости от значимого варьируемого параметра условий). Внутренняя структура таких систем, называемых еще микроэмульсиями (МЭ), имеет слоистый биконтинуальный характер, в котором слои воды и углеводорода разделены монослоями ПАВ, ориентированными полярной группой в водный слой, а олеофильным радикалом в углеводородный слой. Эта структура характерна для межфазных границ с практически нулевой межфазной свободной энергией (межфазное натяжение). Если получить такую микроэмульсию отдельно, привести ее в контакт с нефтью

или водой, то эти контакты самодиспергируются и размываются, но не сразу. а за небольшой период времени, за который ухитряются измерить межфазное натяжение, которое оказывается в пределах $10^{-2} - 10^{-4}$ мН/м.

В ряде научных работ описывалось, что при использовании прямых и обратных микроэмульсий на насыпных кварцевых моделях нефтеводонасыщенных сред в прозрачных трубках длиной 0.5 м наблюдалась удивительная четкость границ фронта вытеснения и водонефтяного вала со стороны вытесняющей жидкости даже в случае специального формирования неоднородного (включая и слоистую неоднородность) порового пространства модели. Этот эффект можно объяснить только тем, что размыванию границы фронта вытеснения препятствует явление образования макроэмульсий при смешении микроэмульсий с водой и нефтью в расширениях порового пространства. В стесненном пространстве такие эмульсии обладают повышенной вязкостью вследствие запаздывания наступлений равновесных состояний. Это кратковременно существующие эмульсии, но этих кратковременных эффектов, по-видимому, бывает достаточно для предотвращения размывания фронта фильтрации.

Принцип подхода к созданию композиционных ПАВ становится на первый взгляд очевидным, если учесть, что ультранизкое межфазное натяжение на контакте воды с углеводородами с образованием микроэмульсионных фаз (взаимосвязанные явления) определяется гидрофильно-липофильным балансом молекулы ПАВ [6,7]. При некоторой значащей величине и строении углеводородной части и гидрофильности (сольватирующей способности) полярных групп молекул ПАВ такой подход приемлем и для выбора компонентов композиций. Следует также отметить, что при разработке композиционных ПАВ всегда велика доля эмпиризма, с помощью которого требуется проверка и доказательство того или иного подхода.

Экспериментальная часть

Наиболее приемлемой методической основой подбора композиционных ПАВ для ОПЗ является оценка фазового состояния систем «вода-углеводород-ПАВ» при достаточно большом содержании ПАВ. Вопросы составления композиционных ПАВ для нейтральных составов хорошо известны и изучены. Менее известны и недостаточно изучены композиционные ПАВ для щелочных и солянокислых составов, которые представляются наиболее интересными и важными для технологий воздействия на ПЗП. Поэтому в настоящей работе ставилась цель получения специальных композиционных ПАВ для щелочного воздействия. Компонентами композиционных ПАВ выбраны в связи с этим (но с учетом доступности, конечно):

- неионогенные с анионными для щелочных составов;
- неионогенные с катионными для кислых составов.

Все неионогенные ПАВ типа оксиэтилированных алкилфенолов (Неонолы АФ 9-n) представляют собой смеси полимергомологов, где n показывает среднее содержание групп окиси этилена в молекуле.

В [1] было показано, что в смесях «вода-углеводород-ПАВ», происходит перераспределение гомологов между фазами таким образом, что в углеводородную фазу уходят гомологи с низкой степенью оксиэтилирования (n_i от 0 до 7), а в водную фазу – с высокой ($n_i > 7$). Если образуется среднефазная микроэмульсия (мезофаза), то в ней концентрируется узкая фракция этоксилатов ($n_i = 5 - 9$). Даже для водомаслорастворимых неионогенных ПАВ микроэмульсии образуются только при некоторой минерализации водной фазы. Это связано с тем, что минерализация снижает растворимость в водной фазе и способствует выходу на межфазную поверхность гомологов с большими значениями n (n_i около 8 - 10).

С учетом этого было изучено фазовое состояние в системе дизтопливо-водная фаза-смесь АФ 9- \bar{n} ($\bar{n} = \nu_4 4 \div (1 - \nu_4 12)$) при концентрации смесей ПАВ 10% (рис. 1).

Минерализация водной фазы составляла 67 г/л (NaCl – 50 г/л; CaCl_2 – 13 г/л, MgCl_2 – 4 г/л), что характерно для пластовых вод умеренной минерализации.

Этот опыт свидетельствует о малой целесообразности расчётов на использование в качестве композиционных НПАВ смесей продуктов оксиэтилирования с различными ГЛБ вследствие низких параметров соллюбилизации водной и углеводородной фаз в мезофазах даже в системах с минерализованной водной фазой.

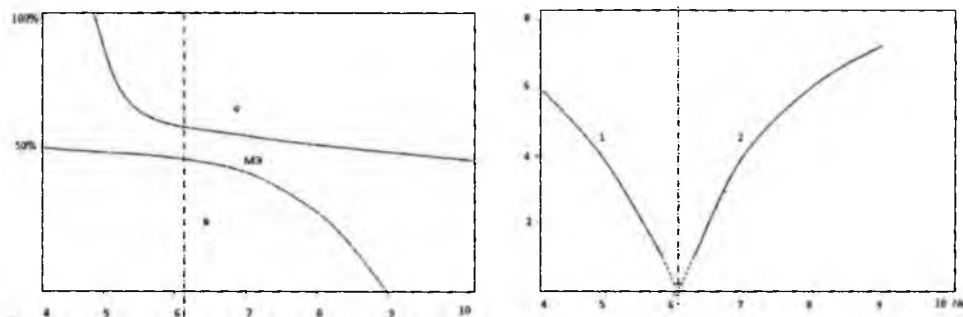


Рисунок 1 - Фазовые состояния смесей октан-вода-смесь АФ9-4 – АФ9-10
 $1 - \sigma_{\text{о/мэ}}; 2 - \sigma_{\text{в/мэ}}$. $N_{\text{оз}} = v\text{АФ9-4} + (1-v)\text{АФ9-10}$, $t = 25^\circ\text{C}$. Минерализация, г/л:
 NaCl – 50, CaCl_2 – 13, MgCl_2 – 4 ($\Sigma 67$ г/л); ПАВ – 10%.

Для этоксилатов изононилфенола (АФ 9-н) это обусловлено слабо развитым липофильным радикалом (соллюбилизация углеводородной фазы) и склонностью оксиэтиленовых цепочек в мицеллах образовывать водородные связи между собой (стесненное состояние), вытесняя часть гидратированной воды (соллюбилизация воды) в углеводородные растворы.

Представленные результаты и соображения по их оценке приводят к обоснованию использования неионогенных ПАВ в рассматриваемом варианте использования для ОПЗ в виде смесей с ионоактивными и катиоактивными ПАВ за счет образования смешанных мицелл. Когда, например, мицеллярный раствор в воде водорастворимого ПАВ соллюбилизирует из углеводородного раствора не только растворитель, но в первую очередь маслорастворимое ПАВ (как более полярное вещество), и наоборот, мицеллярный углеводородный раствор в первую очередь соллюбилизирует растворенное в воде водорастворимое ПАВ. В результате резко повышается соллюбилизирующая способность смешанных мицелл. При этом всегда наблюдается синергизм мицеллообразования (по числу агрегации в мицеллах) и соллюбилизации противоположной фазы, что связано с явлением экранирования взаимодействий в мицеллах молекул одного типа другими молекулами.

Использованное в данной работе аниоактивное ПАВ - алкилбензолсульфокислота (АБСК) является водомаслорастворимым веществом. Неионогенный водомаслорастворимый компонент Неонол АФ 9-6 также хорошо растворим в дизтопливе. Это упрощало задачу исследований фазовых состояний. Навески смесей ПАВ растворяли в заданных соотношениях в дизтопливе в градуированных пробирках, добавляли 5%-ный раствор щелочи равный объему взятого чистого дизтоплива, содержимое пробирок смешивали и ставили в термостат до достижения равновесного состояния при 22°C . После замеров объемов фаз содержимое пробирок снова перемешивали и ставили в термостат при 90°C . Полученные результаты показаны на диаграммах (рис. 2).

Как видно, диаграмма имеет типичный вид по Винзору, но вместо области трехфазного состояния при концентрации ПАВ 10% имеет место только полная микроэмульсия. В такой системе достигнуть трехфазного состояния можно только снижая концентрацию ПАВ или, как это видно при сравнении диаграмм с разными температурами, путем повышения температуры выше 90°C . Это свидетельствует о том, что вблизи оптимального соотношения компонентов композиционного ПАВ имеют место высокие параметры соллюбилизации. Следует также заметить для этого композиционного ПАВ сужение интервала составов

микроэмульсионных фаз с повышением температуры, но вблизи оптимального соотношения анионного и неионогенного ПАВ.

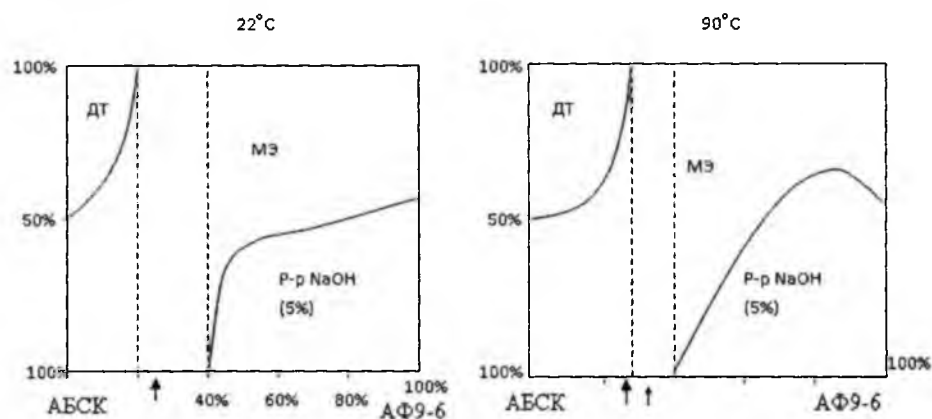


Рисунок 2 - Диаграмма фазового состояния смесей:

оптимальный состав композиционного ПАВ – (70% АБСК+30% АФ 9-6) ДТ – раствор NaOH (5%) – (АБСК + Неонол АФ 9-6). Концентрация смеси АБСК и Неонола АФ 9-6 в системе – суммарно 10%.

Композиция АБСК - Неонол АФ 9-6 является представителем смеси водорастворимого ПАВ с водомаслорастворимым, несмотря на то, что в исходном виде она маслорастворима. Превращение водомаслорастворимой АБСК в водорастворимый АБСКNa происходит автоматически при добавлении к раствору смеси ПАВ в дизтопливе раствора щелочи. Это выгодный практически вариант, так как обеспечивается возможность получения удобной во всех отношениях товарной формы продукта в виде концентрированного легкоподвижного жидкого продукта, который на месте применения разбавляют дизтопливом, другим доступным или целевым по назначению углеводородом для получения рабочего состава для ОПЗ.

Микроэмульсии «дизтопливо/раствор NaOH» на основе смеси АБСК/АФ 9-6 можно получить из раствора этой смеси в дизтопливе добавлением в это раствор водного раствора NaOH. При малых дозах введения раствора NaOH в исходный кислый раствор ПАВ в дизтопливе микроэмульсии остаются кислыми (таблица 1).

Таблица 1 - Микроэмульсии, получаемые парциальным введением разных доз 5%-го раствора NaOH в исходный кислый раствор смеси АБСК/АФ 9-6 в отношении 70/30 (18%) в домультал (ДТ)

Раствор ПАВ (18%)	Содержание 5% раствора NaOH	Введение 5%-го водного раствора NaOH в исходный раствор ПАВ				
		10%	20%	30%	40%	50%
Коричневая жидкость pH<5	консистенция при 30°C	текучая вязкая МЭ pH<5	неподвижная гель-МЭ pH<6	слабоподвижная гель-МЭ pH>10	подвижная МЭ pH>11	светлая подвижная МЭ pH>11

Вязкость таких микроэмульсий растет с увеличением дозы вводимого раствора NaOH вплоть до образования неподвижного геля вблизи точки нейтрализации. Если точку нейтрализации проскочить введением сразу большой дозы раствора щелочи, то можно получить снова подвижные, но уже щелочные МЭ. Дальнейшее введение щелочи до объемов близких к объему ДТ приводит к образованию подвижных щелочных микроэмульсий сначала обратного типа, а потом с обращением фаз – к прямым микроэмульсиям склонным к превращению в макроэмульсии.

Разведение кислой микроэмульсии водой (таблица 2) приводит к нарастанию вязкости вплоть до образования неподвижного геля, который не смешивается с водой при попытке дальнейшего разведения.

Разведение щелочных микроэмульсий водой (таблица 3) при исходном содержании раствора NaOH больше 30% (в таблице 40%) расширяет область существования обратных микроэмульсий до содержания водной фазы в них 60-70% с последующим обращением фаз и постепенным переходом в обычные тонкодисперсные эмульсии.

Реологические эффекты разбавления водой микроэмульсий на основе АБСК и Неонола АФ9-6, ДТ и щёлочи, особенно в кислом варианте, представляются ценными при ОПЗ обводнённых добывающих скважин (ограничение водопритоков) и нагнетательных скважин (с целью расширения охвата пластов заводнением). И всё это при целевом назначении – регулировании капиллярности и очистке ПЗП от асфальтосмолопарафиновых отложений.

Таблица 2 - Введение воды в кислую микроэмульсию

Щелочная МЭ (ДТ - 73%, щелочь - 11%, ПАВ – 16%)	Добавка воды в МЭ	Добавки воды к МЭ, % об. от исходного объема МЭ				
		10%	21.5%	30%	40%	50%
слабовязкая прозрачная МЭ, pH<5	консис- тенция при 30°C	текучая гелеобразная МЭ pH<5	нестекущий гель pH<5	гель- эмуль- сия	далее с водой не смешиваются	

Таблица 3 - Введение воды в щелочную микроэмульсию на основе раствора АБСК/АФ 9-6 в ДТ и 5%-го водного раствора NaOH

Исходная МЭ	Добавка воды в МЭ	Разбавление водой, % от объема исходной МЭ					
		11	21	31	32	42	52
Жидкая, коричневая МВ МЭ pH>11	Консис- тенция при 30°C	жидкая МВ ОП МЭ	жидкая ПР МЭ	обращение фаз ОП прямая МЭ	ППР прямая МЭ	ТД прямая эмульсия	эмульсия
Примечание: состав исходной микроэмульсии ДТ – 49.2%, раствор NaOH – 40%, ПАВ - 10.8%; ПР – прозрачная; ППР – полупрозрачная; ОП – опалесцирующая; МВ – маловязкая, ТД – тонкодисперсная							

Одна из особенностей щелочных микроэмульсий связана с их растворением в пресной воде и взаимодействием таких эмульсий с минералами, преобладающими в породах нефтеносных пластов – кварцем и известняком. Также щелочные микроэмульсии ведут к распаду асфальтосмолистых водосодержащих и содосодержащих замесов, что, видимо, связано не только с растворителем, но и с диспергирующей способностью ПАВ, омыляющим и смачивающим действием щелочи.

Эти особенности можно использовать при ОПЗ как для очистки ПЗП от отложений, так и для предотвращения прорывов компрессионных пластовых вод по гидрофобным каналам. Растекание нефти по пленке микроэмульсии можно использовать как для обезвоживания ПЗП, так и для организации притока нефти из мелких пор в крупные, за счет эффектов капиллярного впитывания. Кроме того, щелочные МЭ априори должны быть ингибиторами коррозии стали (это также подтверждено в опытах), а на поверхности кварцсодержащих пород может происходить растворение кварца с образованием силиката натрия.

Заключение

Проведенные исследования показывают, что наиболее эффективными для ОПЗ являются композиционные ПАВ, подбираемые по принципу оптимального гидрофильно-липофильного баланса для конкретных условий на основе критериев фазового состояния систем «вода-углеводород-ПАВ», которыми являются образование мезофаз и параметры

соллюбилизации водной и углеводородной фаз в мезофазах. Этот подход использован для подбора композиционных ПАВ применительно к щелочным ОПЗ скважин.

На основе этих исследований были получены щелочные микроэмульсии, обладающие при их контакте с поверхностью пластовых пород, водой и нефтью рядом уникальных свойств. В частности щелочные микроэмульсии могут вымывать остатки пленок нефти и адсорбционно-гидрофобизирующие компоненты с поверхности кварца, создавая абсолютно гидрофильную поверхность. При контакте с породой микроэмульсии оставляют на ней пленку, которая не сразу смывается водой. На такой пленке в водной среде капля нефти расплывается, но не удерживается поверхностью, а как бы вытекает в водную фазу, создавая видимость гидрофобности пленки и схода с нее, что является следствием ультранизкого межфазного натяжения на трехфазном контакте «вода - пленка микроэмульсии - нефть». Эти, может быть, впервые описываемые явления могут иметь решающее значение для организации капиллярного притока нефти из малопроницаемых пластовых пор в подвижный водный поток водонасыщенных относительно крупнопористых пропластков ПЗП.

Важной предпосылкой успешного применения щелочных микроэмульсий для ОПЗ является обнаруженные факты гелеобразования при разбавлении кислых (с малым содержанием щёлочи) микроэмульсий водой и образования вязких микроэмульсий при смешении щелочных микроэмульсий.

Щелочные микроэмульсии уже только в силу вышеназванных свойств и особенностей имеют большой потенциал успешности применения и для ОПЗ нагнетательных скважин с целью расширения охвата пластов заводнением и, тем более, при организации системных ОПЗ с достижением эффектов повышения нефтеотдачи пластов.

Литература

1. *Гермашев В.Г., Домашенко С.А., Барыбина А.Е., Кудряшев П.А., Меркулов В.В., Макаев Д.С.* Композиционные поверхностно-активные составы Ацидол и Базидол для кислотной и щелочной микроэмульсионных обработок призабойных зон нефтяных скважин с целью интенсификации притока и снижения обводнённости добываемой нефти // IV Международная конференция по коллоидной химии и физико-химической механике. М.: СПбГУ, МГУ им. Ломоносова, 2-3 июля 2013 года. С. 11.
2. *Петров Н.А.* Применение комплексного реагента СНПХ-ПКД-515 в нефтегазовых процессах // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело», УГНТУ, 2007. – http://www.ogbus.ru/authors/PetrovNA/PetrovNA_12.pdf (дата обращения 10.12.2013).
3. *Габидуллин Р.И.* Композиционные гидрофобизаторы на основе сэвилена для обработки призабойных зон нефтяных скважин. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. Казань, Казанский государственный технологический институт, 2005. 123с.
4. *Дмитрук В.В., Сингуров А.А., Кононов А.В.* Новый состав для интенсификации "сеноманских" скважин и результаты опытно-промышленных испытаний // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2011. №5. С. 196-205
5. *Рогачев М.К., Мардашов Д.В., Мавлиев А.Р.* Разработка эмульсионных составов для регулирования фильтрационных характеристик призабойной зоны нагнетательных скважин // Электронный научный журнал "Нефтегазовое дело". 2011. №3. С. 180-190.
6. *Горбунов А.Т., Широков В.А., Петраков А.М., Худаков И.В., Гуменюк В.А., Гермашев В.Г., Шафердиев А.Х.* Композиция для обработки призабойной зоны скважины. Пат. 1825518 РФ. 1992.
7. *Гермашев В. Г.* Физико-химические аспекты подбора и применения ПАВ для повышения нефтеотдачи пластов // Успехи коллоидной химии. Л.: Химия, 1991. С. 343-358.