

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ НЕФТИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ НЕФТЕДОБЫЧИ, ПОДГОТОВКИ, ПЕРЕРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ

Ахметкалиев Р.Б.

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

Аннотация: в первой части дается определение и свойства, методы обработки и способы использования различных видов нефти. Были подробно описаны процессы коалесценции и седиментации капель воды в водонефтяной эмульсии, результаты исследования дезэмульсификации нефти, которые отражены в 3 таблицах, формулы, поясняющие химические и физические процессы. Все они даны во второй части. Очистка и переработка смеси отработанных масел, описание химических процессов и целей, которые сопровождают этот процесс, - все это описано в третьей части статьи. Приготовление нефти с высокой вязкостью для транспортировки описано в четвертой части. Изоляция притока воды к эксплуатационным скважинам, цели этого процесса, что это дает, в чем суть проблемы - все это было описано в пятой части статьи.

Ключевые слова: нефть, адсорбция, вода, дезэмульсификация нефти, изоляция.

Нефть - это неоднородная жидкость, состоящая из различных компонентов, как бензин, дизельное топливо, масла, мазут, нефтяной остаток, рассматривается как нефтяная дисперсная система (НДС).

Ее свойств определяются дисперсным составом сложных структурных единиц, являющихся основой нефти, их устойчивостью, распределением в объеме системы, их связью с дисперсионной средой, коэффициентом коагуляционно-седиментационной активности.

Пять указанных параметра, определяющие свойства данной нефти, под действием внешних факторов воздействия могут изменяться, изменяя физико-химические свойства нефти в широких пределах.

В настоящее время в технологических операциях нефтедобычи используются различные реагенты, присадки, вспомогательные жидкости. Во многих случаях указанные вещества требуются в значительных объемах. Их стоимость, доставка удорожает процесс нефтедобычи.

Используя возможность регулирования свойств нефти данного месторождения из нее можно получать многие необходимые жидкости, которые могут полноценно заменить технологические растворы, непосредственно в условиях месторождения.

В качестве факторов внешнего воздействия можно указать гидродинамическую обработку сырья, ультразвуковое воздействие, активацию жидкости колебаниями различных частот и разной природы воздействия, действие электромагнитных полей и излучений.

В результате указанного воздействия происходит изменение вязкости жидкости, температуры замерзания, фракционного состава, содержания смоло-асфальтеновых веществ, парафинов, которые сохраняются в течение значительного времени или происходит полная модификация нефтяного сырья.

Активированное или модифицированное нефтяное сырье может использоваться для создания промысловых жидкостей скважин, обработки и очистки призабойной зоны скважин, для создания жидкости для изоляции водопритока к скважине, подготовки высокопарафинистой нефти к транспортировке.

Активирование нефти облегчает ее извлечение из пласта за счет уменьшения ее вязкости. Одновременно здесь будет решаться задача ее внутрипромысловой транспортировки и подготовки к переработке.

Используя комплекс процессов модификации сырья могут быть решены многие экологические проблемы как очистка от воды и механических примесей амбарных и бросовых нефтей, извлечение нефти из замазученного грунта, вовлечение в переработку нефти, собранных из разливов на воде и суше, очистки и преобразования смеси отработанных масел. Модификацией извлеченной нефти из грунта, других разливов можно получить качественное нефтяное сырье.

Описание процесса коалесценции и седиментации капель воды в водонефтяной эмульсии может быть проведено с использованием коэффициента коагуляционно-седиментационной активности, объединяющих указанные пять параметров [1, 74]:

$$k = -\frac{1}{t} \ln \frac{\varphi_{\text{вых}}}{\varphi_{\text{вх}}}, \quad (1)$$

где t - время; $\varphi_{\text{вых}}$, $\varphi_{\text{вх}}$ - содержание исследуемой величины в начале и конце процесса.

Рассмотрим применение указанного коэффициента для обработки данных по обезвоживанию нефти месторождения Каражанбас различными деэмульгаторами, являющимися двухкомпонентной смесью (табл. 1, 2).

В таблице 1 приведены результаты определения деэмульгирующей способности смеси оксизтилированных алкилфенолов (О) и этиленгликоля (Э) при 60 °С и расходе реагента 60 г/т.

В таблице 2 приведены результаты определения деэмульгирующей эффективности смеси реагентов дисольван – 4411 и смачивателя «А» при 60 °С и времени отстоя 120 мин. с использованием коэффициента (К) по формуле (1).

Обработка полученного результата проведена с использованием метода математического планирования эксперимента для многокомпонентных систем [2, 87].

Таблица 1. Результаты исследования деэмульсации нефти

Деэмульгатор		Коэффициент активности обезвоживания, 1/мин в течение времени отстоя, мин				Остаточное содержание воды, %
О	Э	30	60	90	120	
100	0	0,014	0,031	0,025	0,025	4,9
0	100	0,014	0,030	0,023	0,022	6,8
95	5	0,030	0,041	0,037	0,048	0,3
90	10	0,051	0,061	0,065		следы
85	15	0,052	0,063	0,065		следы
80	20	0,050	0,059	0,065		следы
75	25	0,028	0,041	0,036	0,046	0,4

Таблица 2. Результаты исследования деэмульсации нефти

Удельный расход деэмульгатора, г/т		Остаточное содержание воды в нефти, %	Коэффициент активности обезвоживания, 1/мин
Дисольван 4411	Смачиватель «А»		
0	500	2,2	0,032
50	450	1,41	0,036
150	350	0,41	0,046
250	250	0,26	0,049
250	250	0,23	0,050
250	250	0,31	0,048
250	250	0,2	0,052
350	150	0,55	0,043
450	50	1,34	0,036
500	0	4,5	0,026

Был использован симплекс-решетчатый план для двухкомпонентной смеси в виде двухмерного симплекса [3, 258]. Указанный метод исследования обусловлен целями изучения явлений синергизма в парных системах и нахождения формулы для определения коэффициента коагуляционно-седиментационной активности деэмульгатора, состоящего из двухкомпонентной смеси.

Из математической модели и результатов измерений выходная характеристика опыта Y или функция отклика определяется уравнением:

$$Y = a_1x_1 + a_2x_2 + a_{12}x_1x_2, \quad (2)$$

где x_1, x_2 - содержание компонентов в смеси в массовых долях; a_1, a_2, a_{12} - параметры, численные значения которых определяются по формулам [4] на основе результатов опытов (табл. 1, 2).

В качестве функции отклика использовался коэффициент активности обезвоживания K . Для первой (K_1 , табл. 1) и второй (K_2 , табл. 2) смеси деэмульгаторов были получены следующие формулы:

$$K_1 = 0,025X_1 + 0,032X_2 + 0,065(X_1 - 0,35)(X_2 + 0,35), \quad (3)$$

$$K_2 = 0,026X_1 + 0,032X_2 + 0,050X_1X_2, \quad (4)$$

Полученные формулы хорошо выполняются для диапазона $X_1 = 0,75 - 0,95$ для первой смеси и $X_1 = 0,1 - 0,9$ для второй смеси реагентов.

В указанных диапазонах наблюдается синергизм при смешении указанных компонентов. По деэмульгирующей эффективности для данной нефти ни одна из составляющих смеси не обладает значительным преимуществом перед другим.

Вносителями синергического эффекта являются этиленгликоль и смачиватель «А». Эти вещества хорошо растворимы в воде, обладают гидрофильными свойствами.

При смешивании некоторых других деэмульгаторов наблюдается антогонизм между компонентами и уменьшение деэмульгирующей эффективности.

В таблице 3 приведены результаты определения коэффициента коагуляционно-седиментационной активности при температуре 80°C различными деэмульгаторами при обезвоживании нефти месторождения Каражанбас [4, 92].

Таблица 3. Результаты исследования деэмульсации нефти

№ смеси	Реагент, наименование	Расход, г/т	Остаточное содержание воды в нефти,	Коэффициент активности обезвоживания, 1/мин
1	Реопон (РП)	500	18,9	0,014
2	Дипроксамин (ДПР)	500	19,3	0,014
3	ДПА + РП = 50 - 50%	500	31,7	0,011
4	Доуфакс	500	0,85	0,039
5	дисольван 4411	500	0,9	0,039
6	доуфакс + РП = 40 - 60%	500	3,0	0,029
7	дисольван 4411+РП=40-60%	500	3,5	0,028

Для коэффициента активности обезвоживания из таблицы 3 получаем следующие значения для соответствующих смесей:

$$K_3 = 0,014X_1 + 0,014X_2 - 0,012X_1X_2, \quad (5)$$

$$K_4 = 0,039X_1 + 0,014X_2 + 0,010X_1X_2, \quad (6)$$

$$K_5 = 0,039X_1 + 0,014X_2 + 0,006X_1X_2, \quad (7)$$

где формулы (5, 6, 7) соответствуют смесям № 3, № 6, № 7.

Из полученных формул (5-7) следует, что увеличение деэмульгирующей эффективности для данных реагентов невозможно при любом соотношении компонентов.

Очистка и преобразование смеси отработанных масел во многом аналогична промышленной подготовке нефти. В составе отработанных масел содержится пять процентов и более твердых загрязняющих примесей и воды. Применение разработанного нами способа очистки смеси отработанных масел от механических примесей, воды и продуктов старения масла обеспечивает полное удаление мельчайших примесных частиц и воды и позволяет получить чистое масло, практически не отличающееся от масляной фракции нефти. Этот продукт по экологическим свойствам не уступает мазуту и горит лучше мазута потому, что не содержит тяжелых компонентов нефти. При сгорании очищенного отработанного масла любого смешанного состава концентрация вредных веществ в продуктах сгорания такая же как при сгорании мазута. Этот результат достигается за счет удаления из масла твердых загрязняющих примесей, сажи, несгорающих частиц. Диоксины обладают большой сорбционной способностью и это свойство использовано для их удаления из отработанных масел по нашей технологии очистки масел вместе с водой, механическими примесями и продуктами старения масла.

Подготовка высоковязких видов нефти к транспортированию. Процессы адсорбции и десорбции, преобразования нефтяных дисперсных систем имеют применение для уменьшения вязкости тяжелых и вязких нефтей при их подготовке к транспортированию. Транспортирование высокопарафинистой нефти (ВПН) связано со значительными трудностями из-за их повышенной вязкости и высокой температуры застывания. Снижение указанных показателей достигается использованием растворителей, химических реагентов, присадок. Используются также физические методы воздействия на сырьё, такие как обработка в магнитном, электрическом, акустическом полях. В этом случае нет необходимости добавления в сырьё дополнительных компонентов. Инфракрасное излучение может быть использовано для усиления колебательно-вращательных движений атомов в молекулах путём подвода энергии от источника указанного излучения. Энергия излучения указанного диапазона усиливает амплитуды колебательного движения атомов и молекул. Макроскопически это проявляется в виде роста линейных размеров и объема вещества. Колебательно-вращательные энергетические уровни углеводородов могут быть усилены так же за счет внешнего воздействия в виде гидродинамической обработки сырья при его перемешивании.

Дальнейшее усиление этих колебаний могут происходить под действием переменного электрического поля высокого напряжения, однородного и неоднородного магнитного поля.

Изоляция водопритока к добывающим скважинам. Процесс обводнения скважин ухудшает состояние разработки месторождения. Ограничение водопритока представляется проблемой не только технологического характера, но и непосредственным образом связанной с нефтеотдачей пластов.

Существуют различные методы изоляции водопритока к добывающим скважинам: полимерная и силикатно-гелевая технологии, пенная технология, осадкообразование, изоляция использованием водонефтяных эмульсий обратного типа. Для изоляции водопритока к добывающим скважинам находит применение метод эмульсионного экрана с использованием водонефтяных эмульсий обратного типа.

В промысловых условиях ВНЭ для создания водоизолирующего барьера готовят на поверхности и ее нагнетают в обрабатываемый пласт через добывающую скважину. При определенных условиях водонефтяная эмульсия для указанной цели может быть приготовлена непосредственно в продуктивном пласте использованием методов электрического и акустического воздействий.

Выводы по статье:

-для изучения механизма разрушения водонефтяной эмульсии и получения эффективной смеси деэмульгаторов, учета синергизма в общей композиции веществ может быть использован метод математического планирования эксперимента;

-взаимная компенсируемость параметров, определяющих деэмульсацию нефти позволяет оптимизировать этот процесс;

-аналитическое выражение для количества воды, отделившейся от нефти (8), позволяет условно разделить параметры, влияющие на данный процесс, на основные и дополнительные;

-показаны основные направления применения указанных параметров для улучшения процесса деэмульсации нефти;

-активированное или модифицированное нефтяное сырье может использоваться для создания промысловых жидкостей скважин, обработки и очистки призабойной зоны скважин, для создания жидкости для изоляции водопритока к скважине, подготовки высокопарафинистой нефти к транспортировке.

Список литературы

1. *Ахметкалиев Р.Б.* «Активация преобразования и разрушения эмульсий обратного типа» // Научно-технич. Журнал «Поиск», 2013. № 2 (2). С. 70-76.
2. Иннов.патент РК № 26269, 2012 г. «Способ определения деэмульгирующей эффективности технологического цикла промысловой подготовки нефти».
3. *Зедгинидзе И.Г.* Планирование эксперимента для исследования многокомпонентных систем. М. Наука, 1976. 390 с.
4. *Ахметкалиев Р.Б.* «Диагностика процесса разделения нефтяных дисперсных систем» // Журнал «Промышленность РК», 2010. № 12. С. 91-93.