

Введение Добываемая в настоящее время на промыслах нефть существенно обводнена, содержание минеральной воды в ней достигает 80% мас. [1]

Применение внутритрубной деэмульсации в системе сбора и транспортировки водонефтяной эмульсии позволяет быстро и эффективно отделить воду от нефти. Для этого предусматривается ранний ввод в поток нефтяной эмульсии реагентов-деэмульгаторов. За счет их действия при определенном режиме транспортировки в трубопроводе образуется движущиеся нефтяная и водная фаза. Однако агрессивная водная среда приводит к усиленной коррозии нижней части трубопроводной системы. Поэтому на промыслах в систему транспортировки продукции скважин одновременно с реагентом-деэмульгатором вводится ингибитор коррозии (ИК) [2]. Но некоторые деэмульгаторы, обладая хорошими моющими свойствами, смывают с внутренних стенок труб не только пленку нефти, но и защитную пленку адсорбированного на них ингибитора коррозии. В свою очередь, некоторые отечественные ингибиторы коррозии являются эмульгаторами и добавка их в систему внутритрубной деэмульсации ухудшает процесс отделения воды от нефти. В связи с этим весьма актуальна тема совместимости реагентов-деэмульгаторов с ИК. Поэтому для решения указанных технологических проблем наиболее целесообразно заранее подбирать композиции реагентов деэмульгатор-ингибитор коррозии, не снижающих друг у друга эффекты защиты металла и обезвоживания нефти. В данной работе изучена одна сторона указанной проблематики: изучено влияние ряда ИК на эффективность промышленных реагентов-деэмульгаторов в процессе обезвоживания нефти. Идентификация испытуемых ингибиторов коррозии Применяемые на нефтепромыслах ингибиторы коррозии в основном являются азотсодержащими соединениями, однако состав их, по коммерческим соображениям, обычно закрыт. Но наиболее часто встречающимися группами в структуре ИК являются пиридиновые, имидазолиновые соединения, амины и их соли. В данной работе в качестве ингибиторов коррозии испытаны 12 различных реагентов, из них восемь - являются отечественными реагентами, применяемых на промыслах страны, два - являются импортными реагентами, два - являются лабораторными образцами, синтезированными на кафедре ХТПНГ. Для того, чтобы разделить исследованные ИК по функциональным группам были сняты их инфракрасные спектры. Характеристическими частотами для пиридина являются полосы в области 3350-3200 см⁻¹ (NH), 1690-1640 см⁻¹ (C-N), 1580 см⁻¹ (C-C), 1470 см⁻¹ (ароматическое кольцо). Для имидазолинов характерны полосы в области 1690-1640 см⁻¹ (C-N), 1550 см⁻¹ (-NH-), 1470 см⁻¹ (ароматическое кольцо), 750-710 см⁻¹ (CH₂)². Характерными частотами для аминов являются полосы в области 3500 см⁻¹ (R-NH₂), 3400 см⁻¹ (Ar-NH₂), 3350-3310 см⁻¹ (R-NH-R). Подтверждением присутствия аминовых соединений являются полоса или полосы в области 1100 см⁻¹. Идентификация позволила выяснить, что три реагента (№ 5, № 6, № 7)

имеют пиридиновую функциональную группу, три реагента (№ 4, № 9, № 12) относятся к ингибиторам коррозии с имидазолиновой функциональной группой, пять реагентов (№ 1, № 2, № 3, № 8, № 11) относятся к ИК на аминной основе, причем два из них (№ 2, № 8), помимо азота, содержат фосфорную группу. ИК №10 в своем составе не содержит соединений азота, но, предположительно, в его структуре присутствует фосфор. Таким образом, распределение групп в реагентах можно представить следующим образом: № 1 – аминная группа; № 2 – аминная + фосфорная группы; № 3 – аминная группа; № 4 – имидазолиновая группа; № 5 – пиридиновая группа; № 6 – пиридиновая группа; № 7 – пиридиновая группа; № 8 – аминная + фосфорная группа; № 9 – имидазолиновая группа; № 10 – фосфорная группа; № 11 – аминная группа; № 12 – имидазолиновая группа. Каждый из двенадцати ИК был испытан с реагентами-деэмульгаторами производства ОАО "Казаньоргсинтез" – с Реапоном-4В (Р-4В) и с Дипроксамин-157 (Д-157) на деэмульгирующую способность с целью определения их совместимости в моделированных условиях, соответствующих условиям внутритрубной деэмульсации. Реапон-4В – это прямоцепочный блоксополимер оксида пропилена и оксида этилена. Дипроксамин-157 – разветвленный блоксополимер оксида пропилена и этилена. Исследование смесей на деэмульгирующую способность Испытания смесей на деэмульгирующую способность проводили на искусственной нефтяной эмульсии, содержащей 20% минерализованной воды. Для моделирования условий внутритрубной деэмульсации нефтяную эмульсию в смеси с деэмульгатором эффективно перемешивали, после чего ставили смесь на отстой в мерных цилиндрах без подогрева. Степень разрушения эмульсии определяли при различных дозировках (25-200 г/т). Отмечено, что оптимальная степень обезвоживания использованной эмульсии для Реапона-4В достигается при 50 г/т, а для Дипроксамин-157 – при 100 г/т. Результаты испытаний на деэмульгирующую способность представлены на рисунках 1-4. Рис. 1 – Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Д-157 : ИК на пиридиновой основе" Результаты совместного действия ИК на пиридиновой основе с Реапоном-4В и Дипроксамин-157 практически идентичны. Как видно на рисунке 1, добавки подобных ингибиторов к тому или иному деэмульгатору улучшают процесс обезвоживания нефти. С возрастанием дозировки ИК в паре с деэмульгатором степень обезвоживания нефти увеличивается с 60% до 95-100%. Таким образом, эффективность композиции не зависит от применяемого реагента-деэмульгатора. Совместное применение ИК на имидазолиновой основе с деэмульгаторами представлено на рисунке 2 и 3. Рис. 2 – Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Р-4В : ИК на имидазолиновой основе" Рис. 3 – Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Д-157 : ИК на имидазолиновой основе" Совместное действие деэмульгатора с ИК приводит к

снижению эффективности действия композиции при соотношении реагент-деэмульгатор:ИК - 1:1. Однако с возрастанием количества ингибитора в смеси наблюдается повышение степени обезвоживания нефти и она становится выше, чем при применении одного реагента-деэмульгатора. Интересно, что в случае Реапона-4В последовательное увеличение доли ИК в композиции ведет к такому же последовательному росту деэмульгирующей активности последней, а в случае Дипроксамина-157 при соотношении 1:1,5 наблюдается падение эффективности обезвоживания нефти. В дальнейшем - резкий рост. На рисунке 4 представлены результаты испытаний с ингибиторами, содержащими аминные группы. Рис. 4 - Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Д-157:ИК с аминными группами" В случае использования ИК №1 и №11 наблюдается ухудшение процесса обезвоживания при любых соотношениях реагентов. Следовательно, в данном случае они выступают в дополнительной роли эмульгаторов нефти. При применении ИК №2, №3 и №8, особенно в случае последнего, заметно улучшается процесс обезвоживания. Но если у первых это улучшение более заметно в средней области, то для №8 характерно поступательное усиление деэмульгирующей активности композиции. Как указано выше, основным явным отличием ИК №2 и №8 являются присутствующие в них фосфорные группы. Ингибитор под номером 10, в котором обнаружены только фосфорные группы, ухудшает деэмульгирующую эффективность композиции при увеличении своей доли в ней. Однако, при соотношении 1:1 композиция с ним показывает одно из самых высоких, в данной серии экспериментов, значение глубины обезвоживания нефти. В заключении отметим, что проведенные совместные испытания на деэмульгирующую активность двух различных деэмульгаторов в смеси с ИК различного типа показали, что эффективность для них зависит не столько от типа деэмульгатора, сколько от типа ингибитора коррозии и от соотношения деэмульгатор : ИК. В случае ИК пиридинового и имидазолинового типа предпочтительно соотношение 1:2, а в случае аминных - 1:1, за исключением ИК с фосфорными группами, где также предпочтителен массовый избыток ИК.