

А. Р. Фархутдинова, Н. И. Мукатдисов, А. А. Елпидинский,  
А. А. Гречухина

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕАГЕНТОВ-ДЕЭМУЛЬГАТОРОВ

*Ключевые слова:* нефть, обезвоживание, деэмульгатор, ингибитор коррозии.

*В статье рассматриваются реагенты-деэмульгаторы и ингибиторы коррозии, их совместимость и влияние композиции на деэмульгирующие свойства. Изучено влияние функциональной группы ингибиторов коррозии на процесс обезвоживания. Проведенные совместные испытания на деэмульгирующую способность двух различных деэмульгаторов с ингибитором коррозии показали, что эффективность композиции не зависит от применения деэмульгатора.*

*Keywords:* oil, dehydration, demulsifier, corrosion inhibitor.

*The article deals with agents, demulsifiers and corrosion inhibitors, their compatibility and the effect of composition on the separation properties. The influence of the functional group of corrosion inhibitors on the dehydration process. The joint test demulsibility two different demulsifiers with corrosion inhibitor have shown that the composition efficiency does not depend on the application of demulsifier.*

### 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  $3350-3200\text{ см}^{-1}$  (NH),  $1690-1640\text{ см}^{-1}$  (C-N),  $1580\text{ см}^{-1}$  (C-C),  $1470\text{ см}^{-1}$  (ароматическое кольцо). Для имидазолинов характерны полосы в области  $1690-1640\text{ см}^{-1}$  (C-N),  $1550\text{ см}^{-1}$  (-NH-),  $1470\text{ см}^{-1}$  (ароматическое кольцо),  $750-710\text{ см}^{-1}$  (CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>. Характерными частотами для аминов являются полосы в области  $3500\text{ см}^{-1}$  (R-NH<sub>2</sub>),  $3400\text{ см}^{-1}$  (Ar-NH<sub>2</sub>),  $3350-3310\text{ см}^{-1}$  (R-NH-R). Подтверждением присутствия аминовых соединений являются полоса или полосы в области  $1100\text{ см}^{-1}$ .

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 аминовой 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.

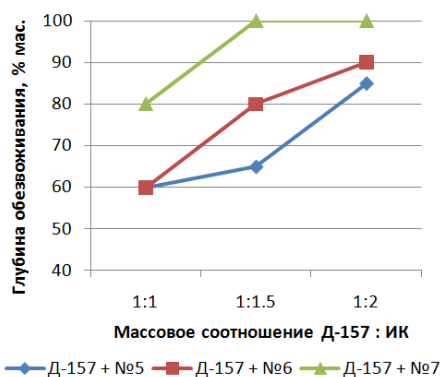


Рис. 1 - Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Д-157 : ИК на пиридиновой основе"

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.

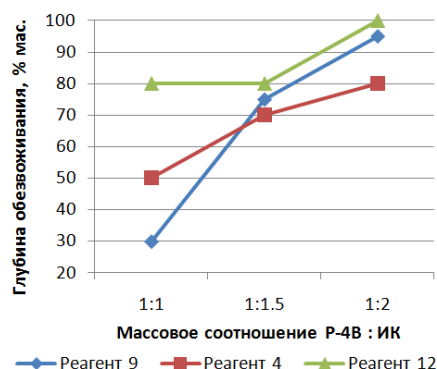


Рис. 2 - Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Р-4В : ИК на имидазолиновой основе"

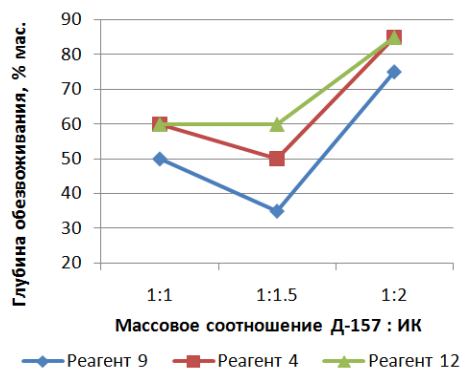


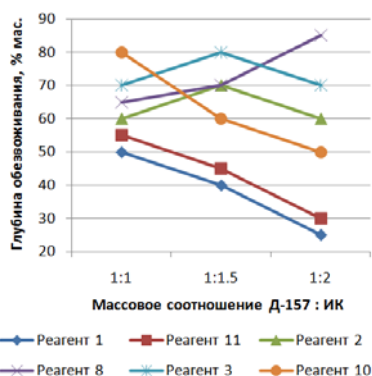
Рис. 3 - Зависимость степени обезвоживания нефти композицией "деэмульгатор Д-157 : ИК на имидазолиновой основе"

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 Дипроксамин-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.

## Литература

1. Заббаров, Р.Р. Разрушение высокоустойчивых эмульсий комбинированным методом [Текст] / Р.Р. Заббаров, И.Н. Гончарова // Вестник Казанского Государственного Технологического Университета. – 2012. – №11. – С.199-200
2. Чижова, М.А. Экологическое сопровождение ингибиторной защиты [Текст] / М.А. Чижова // Вестник Казанского Государственного Технологического Университета. – 2012. – №10. – С. 271-272

© А. Р. Фархутдинова - асп. каф. химической технологии переработки нефти и газа КНИТУ, alfa105@mail.ru; Н. И. Мукатдисов – магистр той же кафедры; А. А. Елпидинский – канд. техн. наук, доц. той же кафедры, sinant@yandex.ru; А. А. Гречухина – канд. техн. наук, доц. той же кафедры.