

Введение В настоящее время процесс нефтедобычи связан с извлечением нефти с существенным содержанием минерализованной воды, что составляет 80-90% масс. Обводненность нефти является причиной возникновения ряда осложнений, одной из которых является проблема коррозионного разрушения нефтепромыслового оборудования. Закономерности протекания коррозионного процесса определяются многими факторами, среди которых основную роль играют физико-химические свойства среды, характер распределения отдельных фаз друг в друге, явления смачивания на различных границах раздела, влияние основных деполяризаторов – сероводорода и кислорода [1]. Следствием коррозионных процессов является: заметное сокращение срока службы оборудования, частые аварийные разливы нефти и отделяемой от нее минерализованной воды, что, в конечном счете, ведет к загрязнению окружающей среды. В результате ликвидации аварий, возникающих из-за коррозии оборудования и трубопроводов, нефтедобывающие компании несут существенные экономические потери. Применение ингибиторов коррозии является одним из наиболее эффективных и экономически целесообразных методов борьбы с коррозией и позволяет:

- стабилизировать процесс эксплуатации нефтепромыслового оборудования, применять наиболее доступные конструкционные материалы, сократить простои, связанные с ремонтом оборудования, избежать экологических бедствий в районе эксплуатации оборудования и трубопроводной системы.

Основным назначением ингибиторов коррозии является снижение агрессивности газовых и электролитических сред, а также предотвращение активного контакта металлической поверхности с окружающей средой. Это достигается путем введения ингибитора в коррозионную среду, в результате чего резко уменьшается сольватационная активность ее ионов, атомов и молекул. Кроме того, падает и их способность к ассимиляции электронов, покидающих поверхность металла в ходе его поляризации. Ингибитор должен обладать хорошей растворимостью в коррозионной среде и высокой адсорбционной способностью, как на поверхности металла, так и на образующихся на нем пленках различной природы [2]. Классификация ингибиторов коррозии В нефтяной промышленности в качестве ингибиторов коррозии (ИК) применяют высокомолекулярные поверхностно-активные вещества. Наиболее эффективными из них считаются азот-, кислород-, фосфор-, серосодержащие соединения [3]. Это производные жирных кислот, неионогенные ПАВ и их производные, производные пиридина, анионные ПАВ, различные смеси. ИК делятся на три группы:

- дезактивирующие или связывающие коррозионные агенты;
- ингибиторы анодного и катодного действия;
- ингибиторы пленочного действия.

Если поверхность металла в условиях коррозии заряжена отрицательно, то адсорбируются ингибиторы, относящиеся к катионным ПАВ. Это ИК анодного типа. Анодные ингибиторы замедляют коррозионные процессы

за счет снижения скорости анодного процесса путем смещения потенциала корродирующего металла в положительную сторону с переводом металла в устойчивое пассивное состояние и за счет образования на его анодных участках кроющих защитных пленок [4]. Катодные ингибиторы снижают скорость растворения металла за счет повышения перенапряжения катодного процесса. Катодными реакциями при коррозии являются реакции выделения водорода, восстановления кислорода или какого-либо другого деполяризатора. Торможение ингибитором катодных реакций может происходить либо в результате уменьшения концентрации деполяризатора вследствие взаимодействия с ним, либо за счет затруднения доступа деполяризатора к поверхности металла. В качестве катодных ингибиторов выступают анионные ПАВ [4]. Механизм защитного действия ингибиторов пленочного действия в основном заключается в образовании на поверхности металла защитных пленок, с помощью которых осуществляется разделение агрессивной среды и металла. Ингибиторы пленочного действия – это, в основном, неионогенные ПАВ [4].

Экспериментальная часть В данной работе были проведены испытания с функционально замещенными аммониевыми соединениями ДФ-1, ДФ-2 и ДФ-3, которые относятся к катионным ПАВ. Эти соединения обладают высокой эффективностью при небольших дозировках, что объясняется наличием в их структуре различных функциональных групп. Синтез таких соединений осуществлен и запатентован в Институте Органической и Физической Химии им. А.Е. Арбузова под руководством Фахретдинова П.С. Для создания условий, близких к реальным, была смоделирована коррозионная среда, представляющая из себя минерализованную воду [5]. Испытания указанных реагентов на ингибирующую способность были проведены следующими методами: 1) испытания гравиметрическим методом; 2) определение скорости коррозии на приборе «Монитор-2». Более подробно методика проведения испытаний рассмотрена в статье [5]. Расход реагентов при проведении испытаний составил 50 г/т. С целью достижения большей эффективности указанные реагенты также были взяты в смеси с реагентом имидазолинового типа при различных соотношениях. Результаты испытаний приведены в таблице 1.

№	Наименование реагента	Соотношение, % масс.	Защитный эффект, %
1.	ДФ-1	100	46,4
2.	Имидазолин	100	26,2
3.	Имидазолин ДФ-1	90 10	17,01
4.	Имидазолин ДФ-1	93 7	29,2
5.	ДФ-2	100	43,22
6.	Имидазолин ДФ-2	90 10	24,82
7.	Имидазолин ДФ-2	93 7	21,61
8.	ДФ-3	100	30,52
9.	Имидазолин ДФ-3	90 10	23,22
10.	Имидазолин ДФ-3	93 7	41,61
11.	Имидазолин ДФ-3	95 5	12,41

Параллельно с гравиметрическим методом исследования проводились с помощью прибора «Монитор-2М». Один из полученных результатов в графическом исполнении представлен на рисунке 1. Рис. 1 – Результаты коррозионных испытаний реагента ДФ-2 на приборе «Монитор-2М»: 1 – в отсутствии ингибитора, 2 – в

присутствии ингибитора. Обсуждение результатов На основании полученных результатов было установлено, что защитный эффект от применения указанных выше катионных ПАВ составляет 30-47%. Среди испытанных реагентов наибольший эффект наблюдается у образца ДФ-1. Структура данного типа соединения указана ниже: Реагенты ДФ-1, ДФ-2 и ДФ-2 имеют различные фрагменты у положительно заряженного атома азота, что влияет на разность потенциалов между положительно и отрицательно заряженными частями аммонийного соединения. Данному явлению способствует адсорбция реагента на поверхности металла, что, возможно, объясняет проявление различного защитного эффекта. В испытаниях по совместному применению исследуемых соединений с реагентом имидазолинового типа синергетического эффекта не наблюдалось, однако, было найдено оптимальное соотношение из ряда приведенных. При соотношении Имидазолин : испытуемый реагент, равный 93:7 (%масс.), защитный эффект имеет более высокое значение, чем при соотношении 90:10 (%масс.). В ряде испытаний реагента ДФ-3 при этом соотношении наблюдается наибольший защитный эффект. Дальнейшее понижение доли данного реагента в смеси до 5 %масс. приводит к ухудшению показаний. Следует отметить, что промысловые значения защитного эффекта, равные 90-95%, не достигнуты. Для более полной оценки данных типов соединений в качестве ингибиторов коррозии требуется провести дополнительные исследования.