

Л. К. Мейлиева, канд. техн. наук, доц.,
С. Х. Инагамходжаева, канд. техн. наук, доц.,
Г. Р. Каипбергенова, канд. техн. наук, доц.,
Х. И. Кадиров, д-р техн. наук, проф.
(ТХТИ, г. Ташкент, Республика Узбекистан)

ПРИМЕНЕНИЕ ОРГАНОФОСФОНАТНЫХ ИНГИБИТОРОВ И КОМПОЗИЦИЙ НА ИХ ОСНОВЕ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА

Ингибиторы, получившие наиболее широкое распространение, состоят из основы – растворов кислот или щелочей, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и комплексообразователей. Долгое время для ингибирования процессов осадкообразования в установках обратного осмоса использовали неорганические полифосфаты и подкисленные соляной или серной кислотой [1–6].

Однако жесткие экологические требования по содержанию фосфатов в сбрасываемом в дренаж концентрате лимитируют использование полифосфатов. Более того, полифосфаты склонны к гидролизу. Образование ортофосфатов может привести к дополнительным осадкам на поверхности мембраны.

Более эффективными антискалантами являются фосфоросодержащие комплексоны – фосфонаты, которые способны ингибировать осадкообразование при больших значениях карбонатной жесткости и pH, что позволяет полностью отказаться от подкисления.

Механизм действия фосфоновых кислот основан на явлении порогового эффекта. При введении ингибитора в воду, образуются устойчивые комплексы с ионами кальция, которые за счет дипольного момента адсорбируются на поверхности зародышей кристалла.

Из числа фосфонатов наибольшее распространение в качестве антискалантов получили производные нитрилотриметилфосфоновой (НТФ) и оксиэтилидендифос-фоновой кислоты (ОЭДФ). НТФ и ее производные более активны в плане ингибирования осадкообразования на поверхности мембраны, чем ОЭДФ; удельный расход НТФ существенно ниже за счет наличия в структуре аминогруппы.

Особый интерес представляют смеси фосфоновых кислот. Так же установлено, что использование смеси ОЭДФ и НТФ значительно эффективней, чем отдельных компонентов. Это может быть объяснено явлением синергизма, как взаимного усиления компонентов антискаланта, приводящего к превышению их ингибиторного аддитивного эффекта. При высоком содержании в воде соединений кремния эффективность применения кислотных антискалантов значительно снижается. При низком зна-

чении pH растворимость кремния минимальна. Поэтому использование щелочного антискаланта позволяет повысить растворение кремнесоединений и предотвратить образования геля на поверхности мембраны.

Среди недостатков ОЭДФ и НТФ следует отметить их нестабильность в гипохлоридных средах. По этой причине для предотвращения биологического загрязнения мембранных элементов рекомендуется использовать биоциды неокислительного типа [7].

В данное время большое распространение получают реагенты на основе полимеров. Основным представителем этого класса является полиакриловая кислота и другие производные акриловой кислоты. Для этой группы ингибиторов в определенной степени свойственен пороговый эффект и эффект диспергирования, а также деформационный эффект в следствии полимерного строения.

Целью данной работы является, оценка пригодности к применению ингибирующего состава на основе НТФ, кубового остатка вакуумной перегонки моноэтаноламина (КОМЭА) и продукта аммонолиза полиэтилентерефталата (АПЭТ). Полученные продукты были условно названы SUMONO-экстра-GRK (НТФ: КОМЭА: АПЭТ ÷ 1: 1: 1) и SUMONO-альфа-GRK (НТФ: КОМЭА: АПЭТ ÷ 1: 1: 2).

Аминолиз полиэтилентерефталата с уротропином проводили при соотношении ПЭТФ – амин 1:2 в диапазоне температур 120–140°C в течение 5–8 часов. Продукт аминолиза представляет собой вязкую однородную жидкость светло-коричневого цвета, состоящий из смеси диамида терефталевой кислоты (ТФК) и непрореагировавшего амина. Степень деструкции ПЭТФ аминами оценивали по изменению аминного числа.

В таблице 1 приведены результаты испытания SUMONO-экстра-GRK в среде 15%-ной соляной кислоты.

Таблица 1 – Влияние концентрации ингибиторов на скорость коррозии стали Ст.3 в 15%-ной кислоте (t=60°C, τ=4 ч)

Концентрация ингибитора, %	Скорость коррозии, г/м ³ ·ч	Защитное действие, %
1	2	3
Без добавки	131,0	—
SUMONO-экстра-GRK		
0,2	7,1	86,9
0,4	5,0	89,1
0,6	4,2	93,5
0,8	2,4	94,1
1,0	1,9	94,8
1,2	2,1	93,6

Продолжение таблицы 1

1	2	3
SUMONO-альфа-GRK		
0,2	6,5	95,0
0,4	4,6	96,9
0,6	4,0	98,2
0,8	2,0	99,0
1,0	1,4	99,5
1,2	2,3	98,6
эталон В-3		
1,0	2,4	98,0

Как видно из данных, представленных в таблице 1, ингибитор эффективно защищает сталь от коррозии при концентрациях добавки 0,8–1,0%.

SUMONO-экстра-GRK и SUMONO-альфа-GRK были испытаны в сероводородной и углекислотной средах (таблицы 2 и 3).

Таблица 2 – Влияние ингибиторов на коррозию стали марки прочности Д в сероводородной среде. Температура комнатная. Концентрация сероводорода 3,5-3,1 г/л. Среда – газоконденсат : вода = 1 : 2. Время перемешивания – 72 часа

Ингибитор	Концентрация ингибитора, г/л	Средняя потеря массы образцов, г	Скорость коррозии г/м ² ·час	Степень защиты, %
SUMONO-экстра-GRK	0,3	0,030	0,035	85,7
SUMONO-экстра-GRK	0,4	0,014	0,016	87,5
SUMONO-альфа-GRK	0,3	0,011	0,012	91,6
SUMONO-альфа-GRK	0,4	0,011	0,013	97,3
И-1-А (эталон)	0,4	0,012	0,014	98,6

Таблица 3 – Влияние ингибиторов на коррозию стали марки прочности Д в углекислотной среде ($P_{CO_2} = 1,0 \text{ МПа}$; $t=24^\circ\text{C}$, конц. добавки 0,2 г/л)

Ингибитор	Время опыта, час	Скорость коррозии, г/м ² ·час	Степень защиты, %
SUMONO-экстра-GRK	40	0,172	89,24
SUMONO-экстра-GRK	20	0,152	91,01
SUMONO-альфа-GRK	40	0,138	96,28
SUMONO-альфа-GRK	20	0,137	96,46
И-1-А (эталон)	40	0,084	97,17

Таким образом, данные из представленных таблиц подтверждают, что ингибиторы SUMONO-экстра-GRK и SUMONO-альфа-GRK эффективно защищают сталь от коррозии в различных агрессивных средах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Системный подход к созданию лабораторных испытаний и практическому применению ингибиторов коррозии для защиты трубопроводов сероводородсодержащего газа. // Н. А. Гафаров, А. В. Маняченко, Б. В. Киченко, А. Г. Бурмистров // НТГИ. Защита от коррозии и охрана окружающей среды. – М.; ВНИИОЭНГ, 1999. – №1. – С. 1–19.
2. Богданова Т. А., Шехтер Ю. Н. Ингибирование нефтяных составов для защиты от коррозии. – М.; Химия, 1984. – 284 с.
3. Кирбятъева Т. В. Применение лакокрасочных покрытий для защиты от коррозии оборудования в газовой промышленности. – М.: ИРЦ Газпром, 2000. – 31 с.
4. Юсупов Д., Кадиров Х. И., Нигманходжаев Н. А., Керемецкая Л. В. Синтез и исследование свойств новых ингибиторов коррозии // Узбек. журнал нефти и газа, 2006, №1. – С. 40–42.
5. Герасекин В. И., Кирилсов А. П., Низамов Н. Ф. Основные направления решения проблем противокоррозионной защиты оборудования Астраханского ГКМ // Материалы НТС «Научно-технические решения по повышению эффективности ингибиторов коррозии». – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2000. – С. 19–35.
6. Гафаров Н. А., Холзаков Н. В., Маняченко А. В. Проблемы повышения надежности защиты от коррозии оборудования Оренбургского НГКМ. // Материалы «Научно-технические решения по повышению эффективности ингибиторов коррозии». – М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2000. – С. 3–19.
7. Калужина С. А. Вопросы региональной экологии // Тез. докл. 5-й региональной науч.-техн. конф. – Тамбов: Изд. ТГУ, 2002. – С. 160–161.