



Исследование Эффективности Ингибирования 3-Бутилбенз[В]Отиофена И 5-Ацетил-2-Метил-1-Тиаиндансульфоксида В Агрессивных Средах

Бозорова Лобар Шариповна

Каршинский институт ирригации и Агротехнологий

bozorovalobar26@gmail.com

Курбанов Мингникул Жумагулович

Каршинский государственный университет, и.о. профессор кафедры "Органической химии"

mingniqulqurbanov@gmail.com

Аннотация

В статье изучена эффективность ингибирования коррозии металлов соединений 3-бутилбензо[b]тиофена (ББТ) и 5-ацетил-2-метил-1-тиаиндансульфоксидов (АМТС) относящегося к классу бициклических серосодержащих соединений. Испытание проводили гравиметрическими методами на образце Ст.20 в газоконденсате, газоконденсат с серной кислотой, сероводород с газоконденсатом, углекислого газа с газоконденсатом и гидроксидом аммония с газоконденсатом. Определены оптимальные концентрации ингибиторов 3-бутилбензо[b]тиофена и 5-ацетил-2-метил-1-тиаиндансульфоксидов увеличивающие антикоррозионную устойчивость в различных средах. Применение ингибиторов коррозии 3-бутилбензо[b]тиофена и 5-ацетил-2-метил-1-тиаиндансульфоксидов снижает химическую и электрохимическую коррозию металлов.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 6 Sep 2022

Revised form 5 Oct 2022

Accepted 17 Nov 2022

Ключевые слова: 3-бутилбензо[b]тиофен, 5-ацетил-2-метил-1-тиаиндансульфоксид, ингибитор, газоконденсат, серная кислота, сероводород, углекислый газ, аммоний гидроксид, Ст.20, коррозия, скорость коррозии, эксикатор, гравиметрический метод.

© 2019 Hosting by Central Asian Studies. All rights reserved.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время нефтедобывающей промышленности подавляющее количество добываемой нефти сернистая и высокосернистая, которые являются одним из основных природных сырьевых источников сераорганических соединений. На сегодняшний день остается нерешенным ряд проблем, таких как рациональное использование запасов сернистой нефти, а также увеличение имеющихся у них ресурсов добычи, всестороннее изучение и анализ существующих проблем при добыче

нефтяных скважин. В связи с этим заслуживает внимания изучение и рациональное использование органических соединений серы для нефтяной промышленности. В странах с развитой химической и нефтехимической промышленностью ежегодно из-за коррозии металлов теряется 1/4 в результате коррозии металлов. Это приводит к огромным экономическим потерям для каждой страны. Сегодня при создании новых многофункциональных органических ингибиторов особое внимание уделяется их безвредности и экологической безопасности, которую предотвращающих химическую, электрохимическую, микробиологическую коррозию и засоление. Поэтому разработка и практическое применение высокоэффективных ингибиторов коррозии металлов приобретает все большее значение.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общая и местная коррозия — один из наиболее распространенных видов коррозии в нефтегазовой отрасли. Еще одной большой проблемой, возникающей при эксплуатации трубопроводов, является внутренняя коррозия [1; с. 2104-2113], что в основном проявляется в виде коррозионных трещин при различных нагрузках. Авторы [2; с. 255-258] отмечают, что сочетание коррозии и эрозии является основной проблемой трубопроводов. В последнее время наблюдается рост возникновения гальванической коррозии из-за совместного использования различных материалов. По мнению Вильгельма в буровых скважинах, распространенным случаем является соединение различных материалов коррозионностойкой стали насосно-компрессорных труб, с соединением колонной из низкокачественной стали [3. б 691-703] [3. б 691-703].

Полностью устранить коррозию практически невозможно, но ее можно контролировать и управлять. Сплавы из мягкой стали являются одним из наиболее часто используемых конструкционных материалов для трубопроводов в нефтегазовой промышленности, но они очень чувствительны на общей коррозии [4. с 4-18; 5. с 434-446; 6. с 1107-1111].

Гравиметрические методы исследования антикоррозионных свойств соединений 3-бутил-1-тиаиндан и 5-ацетил-2-метил-1-тиаиндансульфоксидов. Испытания проводилась на образцах из трубной стали Ст-20 размером 40x20x3 мм. Образцы подвешивались на капроновой леске и помещались в агрессивную среду, которая перемещалась при помощи магнитной мешалки. По истечении времени опыта, образцы для снятия продуктов коррозии промывали, обрабатывали специальным моющим раствором, зачищали мягкой карандашной резинкой, обезжиривали бензолом, выдерживали в эксикаторе и взвешивали на аналитическом весе. Скорость коррозии рассчитывали по изменению массы образцов до и после испытаний по следующей формуле:

$$K = \frac{g_1 - g_2}{S \cdot \tau},$$

где: g_1 — масса образца до испытания, г; g_2 — масса образца после испытания, г; S — площадь поверхности образца, m^2 ; t — продолжительность опыта в часы.

Защитное действие ингибиторов коррозии определяли по формуле:

$$Z = \frac{K_0 - K}{K_0} \times 100\%$$

где: K_0 — скорость коррозии образцов в присутствии ингибитора $г/м^2 \cdot ч$; K — скорость коррозии образцов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Полученные из нефти 3-бутилбензо[b]тиофен (ББТ) и 5-ацетил-2-метилтиаиндансульфоксид (АМТС) использовались для защиты металлов от кислотной коррозии. Ингибиторную эффективность изучено гравиметрическими методами.

Защитную способность ингибитора определяли при температуре 50-80 °C в агрессивных средах:

- газовый конденсат, без ингибитора и с добавкой 0.0006 % ингибитора;
- растворы серной кислоты, сероводорода, двуокисью углерода и аммиачной воды с массовой долей 0,5 % без ингибитора и с добавкой 0,5 % ингибитора.

В качестве образцов для испытаний использовали пластины из стали марки Ст. 20. Испытания проводили в лабораторных условиях, по ГОСТ 9.506-87 Ингибиторы коррозии металлов в водно-нефтяных средах «Методы определения защитной способности». Результаты испытаний приведены в таблицах .1,2,3,4,5

Таблица 1. Результаты определения защитной способности ингибитор в газовый конденсат

Агрессивная среда	Время, ч	Скорость коррозии, мм/г	Степень защиты ингибитором, %	Оценка защитной способности ингибитора	
				баллы	Словесная
Газовый конденсат	330	0,033	-	-	-
Газовый конденсат + БТ	330	0,0030	91,61	3	Удовлетворительная
Газовый конденсат +АМТС	330	0,0026	92,32	3	Удовлетворительная

Из 1-таблице можно увидеть, что скорость коррозии стали марки Ст. 20 в газовый конденсат составила - 0 033 мм/год, при добавки 0,0006 % ингибиторов БТ и АМТС скорость коррозии составила 0,0026 – 0,0030 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов- 3 балла «удовлетворительная». Степень защиты ингибитором 91,61-92,32%.

Результаты защитный способности ингибиторов БТ и АМТС в серной кислоты на газовый конденсат с массовой долей 0,5% приведено ниже.

Таблица 2. Результаты определения защитной способности ингибитора серной кислоты на газовый конденсат с массовой долей 0,5%

Агрессивная среда	Время,ч	Скорость коррозии, мм/г	Степень защиты ингибитором, %	Оценка защитной способности ингибитора	
				баллы	Словесная
Газовый конденсат+ 0,5% H ₂ SO ₄	330	5,3555	-	-	-
Газовый конденсат 0,5% H ₂ SO ₄ + БТ	330	0,2090	96,1	3	Удовлетворительная
Газовый конденсат 0,5% H ₂ SO ₄ +АМТС	330	0,0848	98,42	4	Хорошая

Скорость коррозии стали марки Ст. 20 в серной кислоте с массовой долей 0,5 % составила 5,3555 мм/год, при добавки 0,5 % ингибитора БТ скорость коррозии составила 0,02090 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов 3 балла «удовлетворительная», степень защиты ингибитором 96,1%. При добавки 0,5 % ингибитора АМТС скорость коррозии составила 0,0848 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов 4 балла «Хорошая», степень защиты ингибитором 98,42%.

Результаты защитный способности ингибиторов БТ и АМТС в сероводородом на газовый конденсат с массовой долей 0,5% приведено ниже.

Таблица 3. Результаты определения защитной способности ингибитора в сероводородном на газовый конденсат с массовой долей 0,5%.

Агрессивная среда	Время, ч	Скорость коррозии, мм/г	Степень защиты ингибитором, %	Оценка защитной способности ингибитора	
				баллы	Словесная
H ₂ S 0,5 %	330	1,4420	-	-	-
H ₂ S 0,5 % + ББТ	330	0,0770	95,04	3	Удовлетворительная
H ₂ S 0,5 % + АМТС	330	0,0430	96,80	3	Удовлетворительная

Скорость коррозии стали марки Ст 20 в сероводородном массовой долей 0,5% составила – 1,4420 мм/год, при добавки 0,5 % ингибитора ББТ скорость коррозии составила 0,0770 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов -3 балла «удовлетворительная». Степень защиты ингибитором 95,04%. При добавки 0,5 % ингибитора АМТС скорость коррозии составила 0,0430 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов 3 балла «Удовлетворительная», степень защиты ингибитором 96,80%.

Результаты защитной способности ингибиторов ББТ и АМТС в двуокисью углерода на газовый конденсат с массовой долей 0,5% приведено ниже.

Таблица 4. Результаты определения защитной способности ингибитора в двуокисью углерода на газовый конденсат с массовой долей 0.5%

Агрессивная среда	Время, ч	Скорость коррозии, мм/г	Степень защиты ингибитором, %	Оценка защитной способности ингибитора	
				баллы	Словесная
CO ₂ 0.5 %	330	6,1117			
CO ₂ 0.5 % +ББТ	330	0,3111	95,90	3	Удовлетворительная
CO ₂ 0.5 % +АМТС	330	0,0920	98,45	3	Удовлетворительная

Скорость коррозии стали марки Ст.20 в двуокисью углерода с массовой долей 0,5% составила 6,1117 мм/год, при добавки 0,5 % ингибитора ББТ скорость коррозии составила 0,3111 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов- 3 балла «Удовлетворительная», степень защиты ингибитором 95,90%. При добавки 0,5 % ингибитора АМТС скорость коррозии составила 0,0920 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов 3 балла «Удовлетворительная», степень защиты ингибитором 98,45%.

Результаты защитной способности ингибиторов ББТ и АМТС в аммиачной воде на газовый конденсат с массовой долей 0,5% приведено ниже.

Таблица 5. Результаты определения защитной способности ингибитора в аммиачной воде на газовый конденсат с массовой долей 0,5%

Агрессивная среда	Время, ч	Скорость коррозии, мм/г	Степень защиты ингибитором, %	Оценка защитной способности ингибитора	
				баллы	Словесная
NH ₄ OH 0.5 %	330	1,0877			
NH ₄ OH 0.5 % +ББТ	330	0,0071	99,10	4	Яхши
NH ₄ OH 0.5 % +АМТС	330	0,020	99,72	5	Аъло

Скорость коррозии стали марки Ст 20 в аммиачной воде составила -1,0877 мм/год, при добавки 0.5 % ингибитора ББТ скорость коррозии составила 0,0071 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов 4 баллов «Хорошая», степень защиты ингибитором 99,10%, При добавки

0,5 % ингибитора АМТС скорость коррозии составила 0,0020 мм/год, что соответствует оценки защитной способности ингибиторов 5 баллов «отличная», степень защиты ингибитором 99,72%.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Целью настоящей работы создания различных органических ингибиторов на основе бициклических сераорганических соединений, являющихся новым классом соединений эффективной ингибиторной защиты металлов от коррозии. Были исследованы ингибиторы под названием ББТ и АМТС при их концентрации от 30-100 мг/м³, при температуры 50-80 °С и pH=5-9. При проведения испытания использовано методы гравиметрически и методами поляризационного сопротивления, поляризационных кривых и ИК-спектроскопии.

Ингибиторы 3-бутилбензо[*b*]тиофен (ББТ) и 5-ацетил-2-метил-1-тиаиндансульфоксид (АМТС) предназначены для предупреждения коррозии путем их сорбции на активных участках полярности металлических поверхностей водооборотных систем. Разработанные ингибиторы на основе бициклических сераорганических соединений являются экологически безопасны и эффективны для защиты от коррозии металлов и солеотложения. Эффективность ингибирования ББТ и АМТС от коррозии составляют 96-99% при температуры 50-80 °С за счет хемосорбции и образования сплошных пассивирующих пленок на поверхности металла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из всего вышеизложенного можно сделать следующее заключение: ингибиторы под названием ББТ и АМТС являются эффективными ингибиторами коррозии. Ингибиторы ББТ и АМТС, адсорбируясь на поверхности металла, образует прочную защитную пленку, препятствующую протеканию коррозионных процессов. Таким образом, предложенный ингибитор коррозии ББТ и АМТС в сероводородной, аммиачной, нейтрально-солевой и серной кислотной среде эффективно защищает металлы от коррозии. Особенно это видно при различных агрессивных средах, что свидетельствует о хемосорбционном характере адсорбции. Если ароматические бициклические сернистые соединения свою слабую адсорбцию на поверхности стали вызывают π -электронным взаимодействием ароматических колец с незаполненными *d*-уровнями железа, то у полуароматических сульфидов кроме π -взаимодействия имеет место донорно-акцепторная связь, образуемая за счет неподеленной пары электронов атомов серы.

Использованные литературы:

1. S. Ghareba, S. Omanovic, Interaction of 12-aminododecanoic acid with a carbon steel surface: towards the development of 'green' corrosion inhibitors, *Corros. Sci.* 52 (2010) 2104–2113.
2. D. Martinez, R. Gonzalez, K. Montemayor, A. Juarez-Hernandez, G. Fajardo, M.A.L. Hernandez-Rodriguez, Amine type inhibitor effect on corrosion–erosion wear in oil gas pipes, *Wear* 267 (2009) 255–258.
3. S.M. Wilhelm, Galvanic corrosion in oil and gas production: Part 1—laboratory studies, *Corrosion* 48 (1992) 691–703.
4. D. Brondel, R. Edwards, A. Hayman, D. Hill, S. Mehta, T. Semerad, Corrosion in the oil industry, *Oilfield Rev.* 6 (1994) 4–18.
5. A.L.d.Q. Baddini, S.P. Cardoso, E. Hollauer, J.A.d.C.P. Gomes, Statistical analysis of a corrosion inhibitor family on three steel surfaces (duplex, super-13 and carbon) in hydrochloric acid solutions, *Electrochim. Acta* 53 (2007) 434–446.
6. M. Quraishi, D. Jamal, Fatty acid triazoles: novel corrosion inhibitors for oil well steel (N-80) and mild steel, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 77 (2000) 1107–1111.