УДК

[1]Мисиров З.Х., [2]Бекназаров Х.С.
[1]Термезский филиал Ташкентского государственного технического университета
[2]Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии

ИЗУЧЕНИЕ ИНГИБИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ИНГИБИТОРОВ НА ОСНОВЕ КРОТОНОВОГО АЛЬДЕГИДА И ПОЛИЭТИЛЕНПОЛИАМИНА

Хорошо известно, что низкоуглеродистая сталь применяется в производственных оборудованиях и водооборотных системах из-за ее высокой механической прочности и низкой стоимости [1]. Однако он имеет плохую коррозионную стойкость при воздействии агрессивной среды, таких как промышленное травление и очистка кислотой, кислотная обработка нефтяных скважин, высокая температура и многие другие [2]. Эффекты коррозии огромны, и ее подавление до безопасного уровня очень желательно. Многие исследователи работали над получением различных методов смягчения коррозии мягкой стали, среди которых - ингибирование поверхности мягкой стали с помощью органических и неорганических ингибиторов. Вторичные отходы производства привлекла больше внимания, потому что поощряет использование вторичных материалов во всех сферах жизни. Это, в свою очередь, снижает риск для здоровья человека и загрязнения окружающей среды. Вторичные отходы применялась для ингибирования коррозии различных металлов. Сообщалось, что кротоновую фракцию с аминсодержащими соединениями можно использовать в качестве ингибиторов коррозии, поскольку они могут легко адсорбироваться на поверхности металла за счет свободных электронов, ароматических колец, π-связей, полярных функциональных групп, которые присутствуют в них и служат центрами адсорбции [3].

В данной работе изучены олигомерные ингибиторы коррозии на основе полиэтиленполиамина с кротоновым альдегидом (ПКА-1). Использовалась низкоуглеродистая сталь (~1см×1см×0,1см) с массовым содержанием C (0,15%), Mn (1,00%), P (0,035%), S (0,035%), Si (0,30%) и Fe (98,48%). для этого исследования.

Все использованные образцы мягкой стали были очищены, промыты ацетоном, высушены на воздухе и предварительно взвешены перед погружением в растворы 1M HCl (контроль) и 1M HCl, содержащие ингибиторы коррозии с концентрацией 15, 30 и 50 г/л. Образцы были испытаны в трех экземплярах для каждой концентрации при различных температурах 301, 313 и 323 К. Изменение веса мягких сталей проверяли каждые 2 дня в течение 16

дней. Скорости коррозии (CR) мягкой стали, покрытие поверхности θ и эффективность ингибирования IE были рассчитаны с использованием уравнений 1, 2 и 3 соответственно.

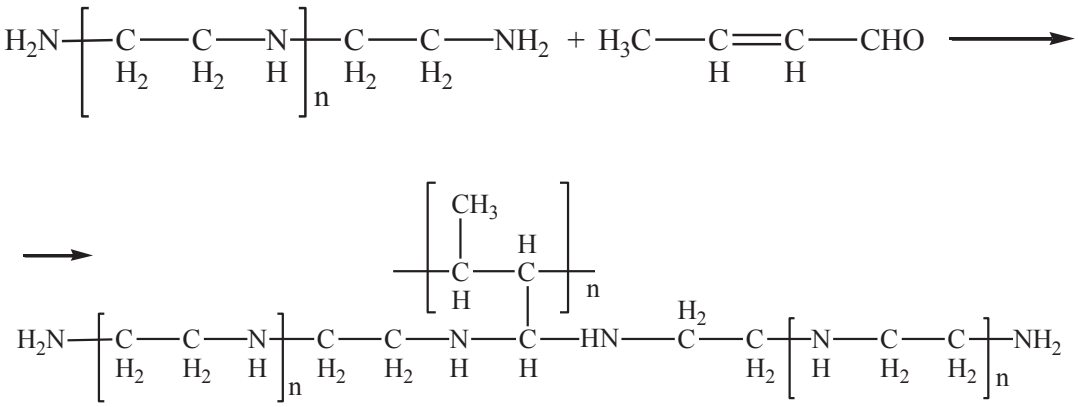
$$CR = \frac{K\Delta w}{\rho A t} \quad (1)$$

$$\theta = \left(\frac{w_1}{w_2}\right) \quad (2)$$

$$IE = \left(\frac{w_1}{w_2}\right) \times 100 \quad (3)$$

Δw - изменение веса в мг, K - постоянная коррозии (87,6), ρ - плотность мягкой стали в г/см^3, A - площадь образца мягкой стали в см^2, а t - время в часах. Потеря массы купона в электролите с ингибитором равна w_1, а w_2 - потеря массы купона в электролите без ингибитора.

Реакцию полиэтиленполиамина (ПЭПА) с кротоновым альдегидом (КА) проводили в диметилфорамиде при 50 ^{o}C в течении 2 часа, при мольном соотношении 1:1. Схему реакции ПЭПА с КА можно представить следующем образом:



Из рисунка 1 видно, что в ИК-спектре ПКА-1 появляются характерные полосы -N-CH- при 1663 см$^{-1}$, а также концевые NH_2-группы появляются в области 657 см$^{-1}$. В области 2935 и 2808 см$^{-1}$ и 1091 см$^{-1}$ появляются характерные полосы для CH– и CH_2– групп, а также деформационные колебания в области 1440 см$^{-1}$. В области 1384 см$^{-1}$ появляются полосы относящейся CH_3-группам.

В таблице 1 показаны скорости коррозии и эффективность ингибирования, полученные в результате испытаний на основе гравиметрического метода. Результаты показали, что с повышением температуры среды потеря веса испытуемого образца уменьшается. Аналогичным образом, когда концентрация ингибитора увеличивается, потеря веса уменьшается, несмотря на повышение температуры. Используя холостые образцы (0,0 г/мл) в качестве ссылки на результаты с образцами, содержащими ингибитор, было видно, что ПКА-1 действует как эффективный ингибитор коррозии на

мягкой стали. Чем ниже скорость коррозии, тем выше эффективность ингибирования коррозии.

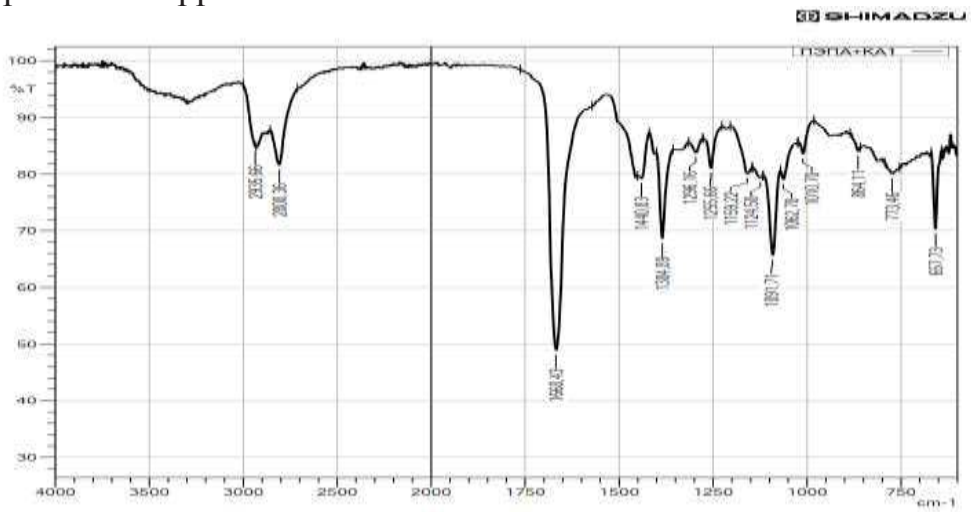


Рис. 1. ИК-спектр олигомера ПЭПА с КА (ПКА-1).

Таблица 1. Скорость коррозии и эффективность ингибирования ингибитора ПКА-1

Темпе-ратура (K)	Концентрация (г/л)	Δw (г)	Покрытие поверхности (θ)	Эффективность ингибирования (% IE)	Скорость коррозии (мм/год)
301	0.0	0.7156	-	-	3.7865
	15	0.4756	0.7554	75.54	2.8654
	30	0.3678	0.8344	83.44	2.3103
	50	0.1867	0.9365	93.65	1.2061
313	0.0g	0.6051	-	-	3.6798
	15	0.3235	0.7386	73.86	2.1986
	30	0.2673	0.8132	81.32	1.3214
	50	0.1994	0.9108	91.08	1.1865
323	0.0	0.5806	-	-	3.4559
	15	0.3137	0.7172	71.72	2.1655
	30	0.2366	0.7930	79.30	1.3894
	50	0.2158	0.8753	87.53	1.231

Изотерма адсорбции часто применяется для изучения типа взаимодействия молекул с поверхностью металла при определенных условиях (температуре). Изотермы Ленгмюра и Темпкина были использованы для анализа наилучшего соответствия реакции ингибирования между молекулами ПКА-1 и поверхностью мягкой стали. Данные анализа потери веса были подогнаны к модифицированной форме изотерм Ленгмюра и Темкина для определения адсорбционного поведения ингибитора на поверхности мягкой стали, и данные соответствуют обеим изотермам. Параметры, полученные из изотерм, представлены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры изотермы

Температура (K)	Параметры изотермы Ленгмюра			Параметры изотермы Темкина		
	$K_{адс}\cdot10^4$ (/мг)	1/год	ΔG_{ads} (кДж/моль)	a	K	ΔGads (кДж/моль)
301	3.65	0.63	-37.34	-1.6871	167.14	-23.02
313	3.01	0.91	-36.47	-2.7613	188.96	-24.35
323	2.42	0.86	-37.07	-2.2314	172.73	-24.61

Из полученных данных можно сделать следующие выводы:

• Скорость коррозии снижается с увеличением концентрации ингибитора.

• Эффективность ингибирования увеличивается с увеличением концентрации, но уменьшается с повышением температуры.

• Наивысшая эффективность ингибирования 93,65% была достигнута при 301 K и концентрации 50 г/л.

• Экспериментальные данные соответствуют изотермам Ленгмюра и Темкина.

• Адсорбция ингибитора на поверхности металла была самопроизвольной в результате как физического, так и химического взаимодействия.

ЛИТЕРАТУРА

1. M.N. Rahuma, M.B. EL-Sabbah, I.M. Hamad, Effect of serine and methionine on electrochemical behavior of the corrosion of mild steel in aqueous solutions. Hindawi Publishing Corporation, ISRN, Corrosion: (2013) pp 1-7.

2. Нуриллоев З.И., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Исследование ингибирование коррозии стали 20 в1М растворах H2SO4, исследованных методом атомно-абсорбционной спектрометрии // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. No 2(59). URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6947

3. R. Karthikaiselvi, S. Subhashini, Study of adsorption properties and inhibition of mild steel corrosion in hydrochloric acid media by water soluble composite poly (vinyl alcohol-o-methoxy aniline). J. Assoc. Arab Univ. Basic Appl. Sci., 16 (2014) 74–82