

СИНТЕЗ 2,4,6-ТРИЭТАНОЛИМИН-1,3,5-ТРИАЗИНА И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ УГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В 0,5 М РАСТВОРЕ H_2SO_4

Дурдубаева Р.М.

Преподаватель, Каракалпакского государственного университета, Республика Узбекистан, г. Нукус

Бекназаров Х.С.

Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шууро-базар

Номозов А.К.

докторант, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии, Республика Узбекистан, г. Ташкент

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7422378>

Аннотация. Соединения ТЭИТА охарактеризованы с помощью ИК-спектра. С помощью различных методик показано ингибирующее действие 2,4,6-триэтанолимин-1,3,5-триазина (ТЭИТА) на растворение углеродистой стали Ст20 в 0,5 М растворе H_2SO_4 . Параметры коррозии, полученные в результате используемых методов, подтверждают, что ингибирующая способность соединений ТЭИТА увеличивалась с увеличением концентрации соединений ТЭИТА, снижением температуры и свойств поверхности, например, поверхностного натяжения, межфазного натяжения.

Ключевые слова: 2,4,6-триэтанолимин-1,3,5-триазина, ИК-спектр, ингибитор коррозии, H_2SO_4 .

SYNTHESIS OF 2,4,6-TRIETHANOLIMINE-1,3,5-TRIAZINE AND ITS APPLICATION AS A CORROSION INHIBITOR OF CARBON STEEL IN 0.5 M H_2SO_4 SOLUTION

Abstract. The TEITA compounds were characterized using the IR spectrum. The inhibitory effect of 2,4,6-triethanolimine-1,3,5-triazine (TEITA) on the dissolution of carbon steel St20 in 0.5 M H_2SO_4 solution was shown using various methods. Corrosion parameters obtained from the methods used confirm that the inhibitory ability of the TEITA compounds increased with increasing concentration of the TEITA compounds, decreasing temperature and surface properties, eg surface tension, interfacial tension.

Keywords: 2,4,6-triethanolimine-1,3,5-triazine, IR spectrum, corrosion inhibitor, H_2SO_4 .

1. Введение

Коррозия углеродистой стали (УС) в серной кислоте и попытки ее ингибирования относятся к числу важных тем, к которым прибегают многие ученые, поскольку имеет важное экономическое значение и влияет на национальный доход страны. Серная кислота применяется в различных промышленных процессах, таких как кислотное травление, кислотная очистка и кислотное удаление накипи [1]. Эти процессы вызывают коррозию УС, и поэтому ученые используют ингибиторы коррозии для преодоления многих повреждений, возникающих в результате коррозии УС и потребления кислоты. В большинстве предыдущих исследованиях в качестве ингибиторов коррозии углеродистой стали использовались органические соединения, содержащие атомы N, S или O. Эти соединения обеспечивают высокую ингибирующую эффективность в снижении скорости коррозии за счет их адсорбции на поверхности стали [2–4]. К сожалению, большинство

этих органических веществ завозятся из заграницы. Для решения этих проблем использовали доступные вещества, имеющие множество преимуществ, среди которых простота приготовления, дешевизна и доступность веществ, а кроме того местную продукцию, производимой АО «Навоиазот». Существует множество типов ингибиторов коррозии, которые применялись в качестве антикоррозионных средств против коррозии УС в кислых средах и давали высокую эффективность ингибирования за счет легкости адсорбции на поверхности стали, где больше чем одно место, что облегчает процесс адсорбции [5–7].

Основная цель наших исследований - попытаться уменьшить коррозию УС в 0,5 М серной кислоте с помощью синтезированных соединений на основе цианурхлорида и моноэтаноламина, содержащих азотных соединений в цикле и в виде иминных групп, с использованием различных методов для измерения эффективности ингибирования, а также изучение эффекта высоких температур и определение некоторых термодинамических параметров процесса активации и адсорбции.

2. Экспериментальная часть

Синтез ингибитора коррозии на основе цианурхлорида и моноэтаноламина (ТЭИТА-1). Этот процесс выполнялся следующим образом: на первой стадии синтезировали соли вторичных аминов на основе 2,4,6-трихлор-1,3,5-триазина с моноэтаноламином в ацетоне. Схему реакции можно представить следующим образом:

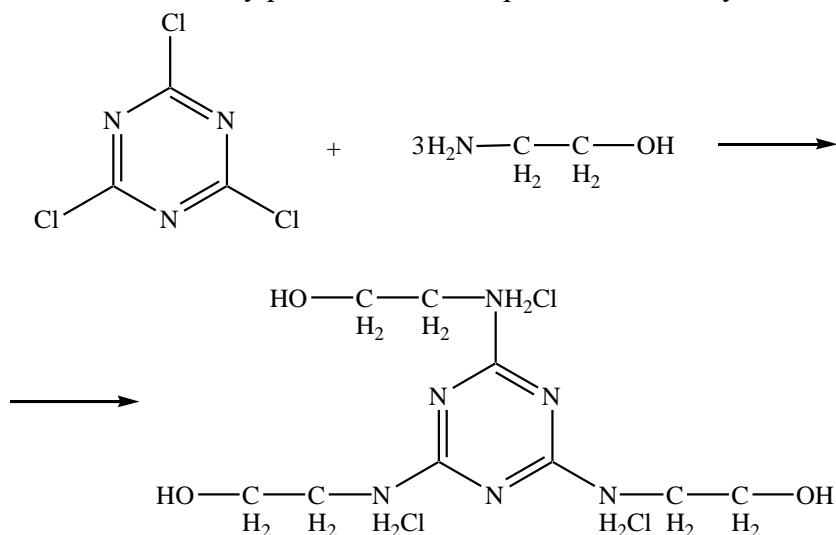


Схема 1. Синтез производных вторичных солей на основе 2,4,6-трихлор-1,3,5-триазина с моноэтаноламином.

Стадия 2. Извлечение аминных производных цианурхлорида.

На второй стадии добавляли 3 моля раствора едкого натра на один моль рассчитанной соли. После обработки едким натром отделяли полученные вещества. Схему реакции можно представить следующим образом:

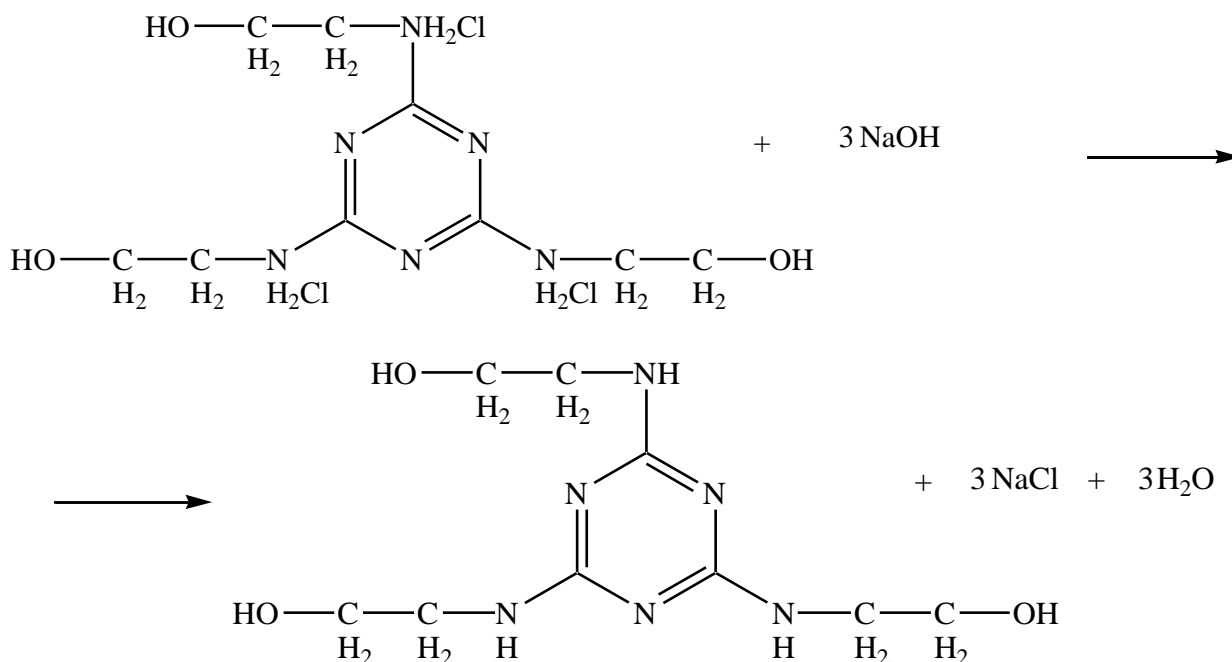


Схема 2. Схема реакции получения 2,4,6-триэтанолимин-1,3,5-триазина (ТЭИТА).

3. Результаты и обсуждение.

3.1. Строение синтезированного продукта установлено по данным ИК-спектроскопии.

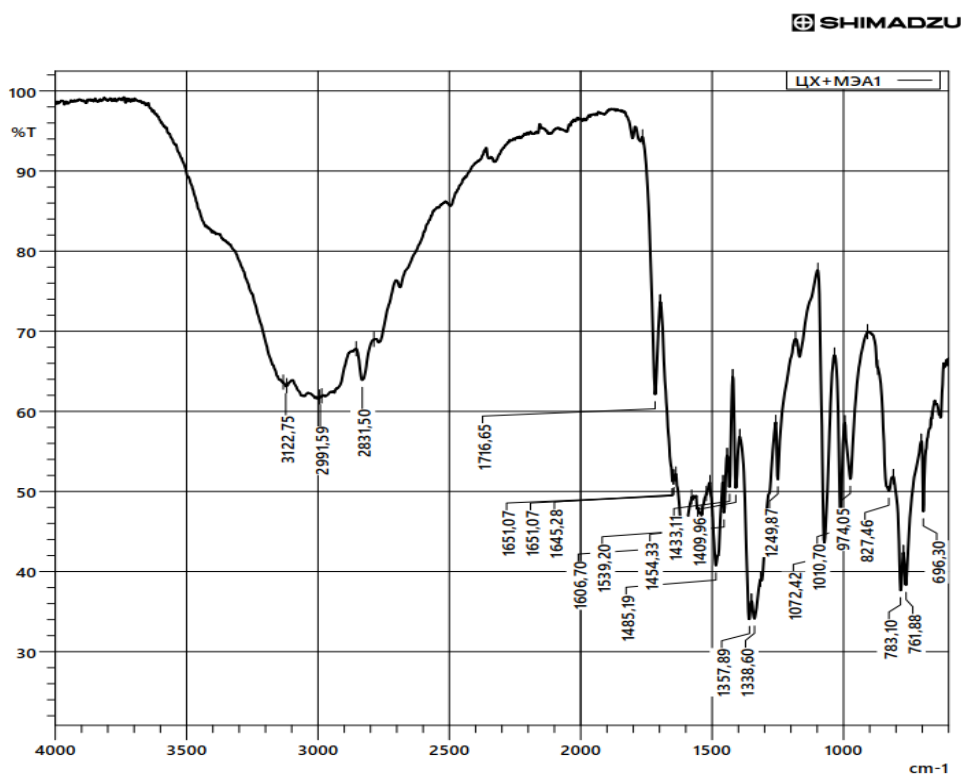


Рис. 1. ИК-спектр 2,4,6-триэтанолимин-1,3,5-триазина (ТЭИТА).

На ИК-спектре 2,4,6-триэтанолимин-1,3,5-триазина гидроксильные группы –ОН поглощаются в области 3122 см^{-1} в виде широкой полосы, а деформационные колебания

иминных групп –NH появляются в областях 1651, 1606 и 1539 см^{-1} . С-N связи проявляются в области 1010 и 1072 см^{-1} .

3.2. Измерения ингибирования коррозии гравиметрическим методом

Ингибирование коррозии углеродистой стали Ст20 с использованием гравиметрического анализа. На рис. 3 показана зависимость между кривыми потерей массы и временем погружения образцов Ст20 в не ингибированном 0,5 М растворе H_2SO_4 , содержащем некоторые концентрации ТЭИТА при 25°C. С увеличением концентрации соединений ТЭИТА значительно снижается потеря массы углеродистой стали Ст20 в кислотном растворе. Мы можем заключить, что все три испытанных соединения ТЭИТА являются хорошими ингибиторами кислотной коррозии Ст20. Соотношение прямых линий на рис. 1 свидетельствует об отсутствии нерастворимых поверхностных пленок при коррозии.

Скорость коррозии R_{corr} ($\text{г}\cdot\text{см}^{-2}\cdot\text{мин}^{-1}$), покрытие поверхности (θ) и %IE рассчитывали по следующему соотношению [8-9]:

$$R_{\text{corr}} = \Delta W / At, \quad (3.1)$$

$$\theta = \left[1 - \frac{R_{\text{add}}}{R_{\text{free}}} \right], \quad (3.2)$$

$$\%IE = \left[1 - \frac{R_{\text{add}}}{R_{\text{free}}} \right] \times 100, \quad (3.3)$$

где ΔW — потеря массы, A — площадь поверхности и t — время, R_{free} и R_{add} — скорость коррозии в отсутствие и в присутствии ингибитора коррозии ТЭИТА через 10 часов соответственно.

Значения R_{corr} , IE % и θ представлены в табл. 1. Из этой таблицы видно, что уменьшается R_{corr} и увеличиваются значения %IE, которые свидетельствуют об ингибирующей способности тестируемых ингибиторов ТЭИТА

Ингибирующая эффективность увеличивается с увеличением концентрации ТЭИТА. Этот результат можно объяснить тем, что чем выше концентрация ТЭИТА, тем больше количество адсорбированных молекул, что приводит к покрытию большей площади углеродистой стали Ст20. Таким образом, скорость коррозии снижается, а эффективность ингибирования увеличивается.

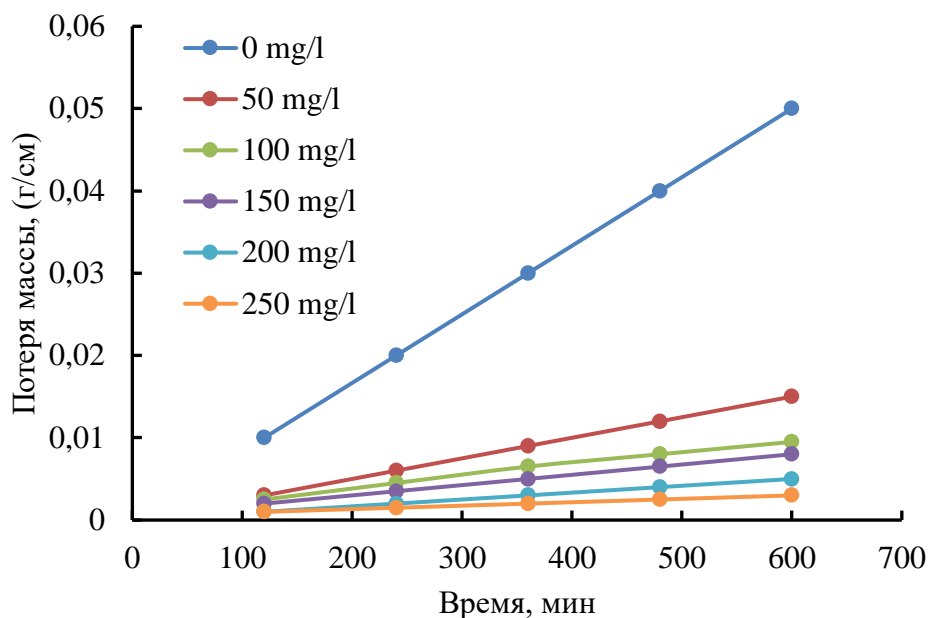


Рис. 2. Зависимость потери массы от времени для коррозии Ст20 в 0,5 М растворе H_2SO_4 , содержащем различные концентрации ТЭИТА.

Таблица 1

Параметры коррозии, полученные гравиметрическим методом Ст20 в не ингибированном 0,5 М растворе H_2SO_4 , и включая некоторые концентрации ТЭИТА

| Ингибиторы | Концентрация, мг/л | $R_{corr} \times 10^{-7}$, мг·см ⁻² ·мин ⁻¹ | θ | %IE |
|----------------|--------------------|--|----------|-------|
| Без ингибитора | 0 | 6,68 | — | — |
| ТЭИТА | 50 | 1,89 | 0,839 | 83,91 |
| | 100 | 1,81 | 0,857 | 85,72 |
| | 150 | 1,69 | 0,889 | 88,94 |
| | 200 | 1,58 | 0,903 | 90,36 |
| | 250 | 1,41 | 0,919 | 91,94 |
| | 500 | 1,34 | 0,936 | 93,63 |
| | 1000 | 1,29 | 0,958 | 95,89 |

Очевидно, что такая же последовательность, полученная по результатам измерений PDP и EIS, полностью соответствует гравиметрическим результатам. Это доказывает искренность полученных результатов.

Выводы

Из полученных данных видно, что молекулы ТЭИТА действуют как хороший ингибитор коррозии углеродистой стали Ст20 в 0,5 М растворе H_2SO_4 . Высокая ингибирующая эффективность молекулы ТЭИТА связана с повышением их концентрации и снижением температуры, поверхностного и межфазного натяжения.

REFERENCES

1. Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т., Эркаев А.М. Изучение антикоррозионных свойств новых олигомерных ингибиторов коррозии // Сборник трудов XII международной конференции по химии и физикохимии олигомеров, ОЛИГОМЕРЫ – 2017, Том 2, стр. 112.
2. Джалилов А.Т., Бекназаров Х.С., Нуриллоев З.И. Исследование ингибирование коррозии стали 20 в 1М растворах H₂SO₄, исследованных методом атомно-абсорбционной спектроскопии // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* 2019. № 2 (59). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/6947>
3. Киёмов Ш.Н., Джалилов А.Т., Бекназаров Х.С., Нарзуллаев А.Х., Ражабова М.Ф. Ингибиторы коррозии АИК-1 и АИК-2 в агрессивных средах // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2019. № 7 (64). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/7608>
4. Нарзуллаев А.Х., Джалилов А.Т., Бекназаров Х.С. Изучение эффективности ингибитора коррозии ИКЦФ-1 в 1М HCl // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* 2019. № 2 (56). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/6881>
5. Х.С. Бекназаров, А.Т. Джалилов. Синтез и исследование олигомерного ингибитора коррозии ИКС-АЭХГ-1 // Сборник тезисов докладов V Международной конференции-школы по химии и физикохимии олигомеров. Олигомеры-2015. Стр. 35.
6. Джалилов А.Т., Бекназаров Х.С., Нуриллоев З.И., Ганижонов Ж.Г. Исследование ингибирование коррозии стали СТ20 новым ингибитором ИКФ-1 // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2020. № 6 (75). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/9616>
7. Misirov Z. K., Beknazarov K. S. Study of the inhibiting efficiency of PKA-1 male corrosion inhibitor in hydrogen sulfide environment // *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences.* – 2022. – Т. 2. – №. 7. – С. 633-639.
8. Beknazarov K.S., Djalilov A.T., Ostanov U.Y., & Erkaev A.M, "The Ингибирование коррозии углеродистой стали олигомерными ингибиторами коррозии в различных средах // *Int. Polym. Sci. Technol*, vol. 42, no. 4, pp. 33-37. Doi:10.1177/0307174x1504200406.
9. Синтез и использование новых типов ингибиторов коррозии на основе кортональдегида // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2021. 2(83). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11272>