

## PREVENTION OF STEEL CORROSION IN NEUTRAL ENVIRONMENTS

**Alfiya Oserbayeva**

*PhD., Senior Lecturer*

*Tashkent Chemical-Technological Institute*

*Tashkent, Uzbekistan*

*E-mail: [oserbaevaa@mail.ru](mailto:oserbaevaa@mail.ru)*

**Asadbek Jabbarov**

*Student*

*Tashkent Institute of Chemical Technology*

*Tashkent, Uzbekistan*

**Nafisa Ismailova**

*Senior Lecturer*

*Tashkent Chemical-Technological Institute*

*Tashkent, Uzbekistan*

---

### ABOUT ARTICLE

---

**Key words:** inhibition, gravimeter, thermodynamic, steel corrosion, inhibitor, protective mechanism, activation energy, Gibbs energy corrosion rate, protective effect

**Received:** 12.10.22

**Accepted:** 14.10.22

**Published:** 16.10.22

**Abstract:** In this work, the protective effect of new nitrogen, amine and phosphorus containing inhibitors synthesized on the basis of local raw materials and bottoms from the vacuum distillation of monoethanolamine in the chemical industry of the Republic of Uzbekistan was studied. It has been shown that a multi-component inhibitor containing hydroxyethylendiphosphonic acid (HEDP), sodium hydroxide, zinc oxide, glycerol, water, and monoethanolamine vacuum distillation residue (COMEA) can be used to protect steel equipment and pipelines in the oil and gas industry. The change in the intensity of the absorption spectra of active functional groups of inhibitors is discussed by IR spectroscopy. Parameters such as corrosion current, stationary potential, corrosion rate, degree of protection, and the value of effective activation energy  $\Delta E_{\text{eff}}$  are determined corrosion.

---

## NEYTRAL MUHITDA PO'LAT KORROZIYASINI OLDINI OLISH

**Alfiya Oserbayeva**

*Phd., katta o'qituvchi*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

*Toshkent, O'zbekiston*

*E-mail: [oserbaevaa@mail.ru](mailto:oserbaevaa@mail.ru)*

**Asadbek Jabborov**

*Talaba*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

*Toshkent, O'zbekiston*

**Nafisa Ismoilova**

*Katta o'qituvchi*

*Toshkent kimyo-texnologiya instituti*

*Toshkent, O'zbekiston*

---

**MAQOLA HAQIDA**

---

**Kalit so'zlar:** inhibitsiya, gravimetriya, termodinamika, po'lat korroziyasi, inhibitor, himoya mexanizmi, faollashuv energiyasi, Gibbs energiyasi, korroziya tezligi, himoya ta'siri.

**Annotatsiya:** Bu ishda O'zbekiston Respublikasi kimyo sanoatida monoetanolaminni vakuumli distillashdan mahalliy xomashyo va tublar asosida sintez qilingan yangi azot, amin va fosfor saqlovchi ingibitorlarning himoya ta'siri o'rganildi. Hidroksietildendifosfonik kislota (HEDP), natriy gidroksid, sink oksidi, glitserin, suv va monoetanolamin vakuumli distillash qoldig'i (COMEA) o'z ichiga olgan ko'p komponentli inhibitor neft va gaz sanoatida po'lat uskunalarini va quvurlarini himoya qilish uchun ishlatilishi mumkinligi ko'rsatilgan. Inhibitorlarning faol funktsional guruhlari yutilish spektrlarining intensivligining o'zgarishi IQ spektroskopiyasida muhokama qilinadi. Korroziya oqimi, statsionar potentsial, korroziya tezligi, himoya darajasi va samarali faollashuv energiyasining qiymati  $\Delta E_{\text{eff}}$  kabi parametrlar korroziya aniqlanadi.

---

**ИНГИБИРОВАНИЕ КОРРОЗИИ СТАЛЕЙ В НЕЙТРАЛЬНЫХ СРЕДАХ**

**Альфия Осербаева**

*PhD., старший преподаватель*

*Ташкентский химико-технологический институт*

*Ташкент, Узбекистан*

*E-mail: [oserbaevaa@mail.ru](mailto:oserbaevaa@mail.ru)*

**Асаadbek Джаббаров**

*Студент*

*Ташкентский химико-технологический институт*

*Ташкент, Узбекистан*

**Нафиса Исмаилова**

Старший преподаватель

Ташкентский химико-технологический институт

Ташкент, Узбекистан

---

## О СТАТЬЕ

---

**Ключевые слова:** ингибирование, гравиметрия, термодинамика, коррозия сталей, ингибитор, защитный механизм, энергия активации, энергия Гиббса, скорость коррозии, защитный эффект.

**Аннотация:** В данной работе исследована защитное действие новых аминокислотных ингибиторов, синтезированных на основе местного сырья и кубовых остатков вакуумной перегонки моноэтаноламина химической промышленности республики Узбекистан. Показано, что многокомпонентный ингибитор, содержащий оксиэтилдифосфонную кислоту (ОЭДФ), гидроокись натрия, окись цинка, глицерина, воду и кубового остатка вакуумной перегонки моноэтаноламина (КОМЭА) может быть применен для защиты сталей оборудования и трубопроводов нефтегазовой промышленности. Методом ИК-спектроскопии обсуждена изменение интенсивности спектров поглощения активных функциональных групп ингибиторов. Определены такие параметры, как ток коррозии, стационарный потенциал, скорость коррозии, степень защиты и значение эффективной энергии активации  $\Delta E_{эфф.}$  коррозии.

---

## ВВЕДЕНИЕ

Ингибиторы коррозии применяются во всех сферах жизнедеятельности человека: в атмосфере и воде, при добыче, транспортировке топлива и в энергетике, в строительстве, машиностроении и т. п. В большинстве случаев коррозионные среды, особенно природные, имеют pH близкий к нейтральным. Коррозия металлов в нейтральных водных средах обычно сопровождается местными поражениями поверхности. Среди органических соединений в качестве ингибиторов в нейтральных средах широко используются соли карбоновых кислот  $RCOON$ , где R — алкильный, гетероалкильный, алициклический или ароматический заместитель.[1]. Основной причиной разрушения и износа металлических оборудования и трубопроводов установок является коррозионное разрушение их в кислых и нейтральных средах. В качестве основных факторов, определяющих агрессивность среды большинство исследователи считают степень минерализации и солевой (анионный) состав пластовых вод, изменение содержания (в основном увеличение содержания)  $H_2S$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $R-SH$ , органических кислот, температуры, pH среды и т.п. [2]. В республику

Узбекистан импортируются ингибиторы и потребность в них огромна, особенно в химической, электрохимической, нефтехимической, газовой промышленности, в сетях водоснабжения и циркулирующих водах.

### ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования явились аминокислоты содержащие ингибиторы, синтезированные на основе местного сырья. Ингибиторы, условно обозначенные по ИКА-1÷3 представляют собой прозрачную жидкую массу, хорошо растворимое в водных и кислых средах. При хранении образование самостоятельной фазы не наблюдается и ингибиторы эффективно работают как в мягкой, так и в жесткой воде (жесткость общая составляет  $2\div 18$  мг-экв/л.). В разных регионах республики жесткость воды находится в этом интервале которые вводили в количестве от 0,001 до 1,0% масс. Действие нейтральных сред на коррозионное поведение образцов стали марки Ст.3 в присутствии примененных ингибиторов определяли методами гравиметрии по убыли массы металлических пластинок после коррозионных испытаний и исследованы электрохимическим методом. При проведении экспериментов площадь рабочего электрода подбирали исходя из возможностей потенциостата и максимальных токов ( $i$ ) в области активного растворения стали марки Ст.3. Скорость коррозии ( $K$ ), коэффициент торможения ( $\gamma$ ) и степень защиты ( $Z$ ) рассчитывали по формулам приведенным в [2].

Результаты коррозионно-электрохимического поведения электрода из стали Ст.3 в  $3\cdot 10^{-3}$  моль/л растворе NaOH без добавки (1, и с добавкой ингибиторов ИКА-1 (2), ИКА-2 (3) и ИКА-3(4,) представлены на рис.1. На рисунках 1. выше видно, что эффективность ингибирования коррозии образцов стали Ст.3 и Ст.12 ингибиторами ИКА-6, ИКА-7 и ИКА-8 в сильных щелочно-солевых растворах не меняется с повышением температуры, поскольку эти ингибиторы добавляют до 3% NaOH+3% NaCl показано, что в среде растворов NaOH3%+3% NaCl происходит значительная адсорбция образцов металлов на поверхности. [4]

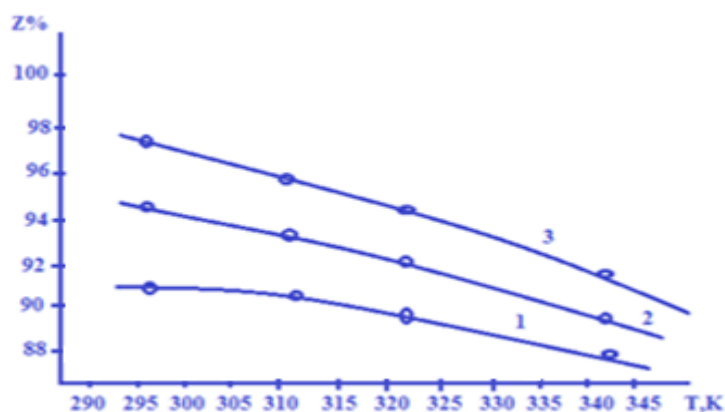


Рис.1. Зависимость эффективности ингибиторов ИКА-6(1), ИКА-7(2), ИКА-8(3) от

воздействия температуры (3% NaOH + 3% NaCl),

С повышением температуры процесса увеличивается подвижность ионов гидроксила и хлора и, как следствие, увеличивается их адсорбция на поверхности металлических образцов. Такой результат указывает на резкое торможение электрохимического процесса и позволяет получить предварительные результаты об эффективности тех или иных видов ингибиторов.

В результате уровень степен защиты (Z) снижается даже при низких уровнях. Повышение значения температуры также вызывает увеличение количества солевых и оксидных слоев, разъедающих поверхность металла. Коррозия поверхности металлических образцов снижается за счет того, что используемые ингибиторы минимизируют образование этих слоев.

Рассчитаны термодинамические параметры торможения процесса коррозии образцов стали Ст.3 и Ст.12 в щелочно-солевой среде и при температуре 298 К ингибиторами ИКА-6, ИКА-7 и ИКА-8.

Данные, представленные в таблицах 1 и 2, показывают процесс защиты стального образца от коррозии. Значения  $\Delta H$  и  $E_{акт}$  близки друг к другу в щелочно-солевой среде. Эта ситуация аналогична для всех используемых ингибиторов. Из-за резкого увеличения  $E_{акт}$  среды соответственно уменьшается влияние активных ионов хлора и гидроксила на поверхность металлического образца. Нанесение ингибиторов на поверхность металлического образца также приводит к увеличению значения  $E_{акт}$ . В результате тонкие покрытия ингибиторов, образующиеся на поверхности металла, максимально защищают металлическую поверхность от воздействия коррозии.

**Таблица -1**

Определены термодинамические величины коррозии образца стали Ст.12 в среде 3% NaOH+3% раствора NaCl гравиметрическим методом (T=298K, C<sub>инг</sub>=1,0%)

Ингибиторы	Фон	$E_{акт}$ , кЖ/моль	$\Delta H$ Ж/моль	$\Delta S$ Ж/моль·к
Образец металла	3% NaOH+ 3% NaCl	40,87	41,52	74,82
ИКА-6		60,39	-44,31	41,25
ИКА-7		64,43	-43,98	44,84
ИКА-8		72,09	-45,43	48,34

**Таблица-2.**

Определены термодинамические величины коррозии образца стали Ст.12 в среде 3% NaOH+3% раствора NaCl гравиметрическим методом (T=298K, C<sub>инг</sub>=1,0%)

Ингибиторы	Фон	$E_{акт}$ , кЖ/моль	$\Delta H$ Ж/моль	$\Delta S$ кЖ/моль
Образец	3% NaOH+ 3%	42,51	43,05	48,84

металла	NaCl			
ИКА-6		65,58	-59,43	50,52
ИКА-7		68,33	-57,31	52,18
ИКА-8		78,48	-55,98	54,82

Соответственно, чем прочнее покрытие, тем меньше влияние активных ионов на поверхность металла. Величина  $\Delta H$  составляет 55,9 и 45,4 кДж/моль в системах с ингибиторами и без них соответственно, а ее отрицательное значение свидетельствует об экзотермическом процессе коррозии.

Большое значение  $\Delta H$  в системах с ингибитором свидетельствует о том, что молекулы ингибитора реагируют с ионами металлов с образованием нерастворимого комплексного покрытия. Значение  $\Delta S$  изменилось от 48,8 Дж/моль К до 54,82 Дж/моль К при введении в систему ингибитора, то есть молекулы ингибитора образуют комплексы с ионами железа на поверхности металлического образца. Также при увеличении значения  $E_{akt}$  было обнаружено, что молекулы ингибитора создают энергетический барьер на катоде и аноде и соответственно снижают коррозию металлического образца.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования по коррозии Ст.3 в кислых и сероводородные растворах в присутствии ингибиторов, содержащих амино- группы, показали их высокую эффективность. Лучшим ингибитором коррозии Ст.3 в изученных условиях признан, в ряду алкиламинов, фосфат диэтиламиноэтил-метакрилат, по-видимому, из-за большого числа радикалов в его молекуле и их размера, благодаря чему требуемая защитная концентрация этой ингибирующей системы минимальна, по сравнению с другими изученными аминами.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобер Яна Геннадьевна Ингибирование коррозии железа в нейтральных средах солями замещенных фенилантралиновых кислот Москва 2009.
2. B.S. Mahdi, <sup>1</sup> H.S.S. Aljibori, <sup>2</sup> M.K. Abbass, <sup>1</sup> W.K. Al-Azzawi, <sup>3</sup> A.H. Kadhum, <sup>4</sup> M.M. Gravimetric analysis and quantum chemical assessment of 4-aminoantipyrine derivatives as corrosion inhibitors Department of production Engineering and metallurgical, University of Technology-Iraq, 10001 Baghdad, Iraq Int. J. Corros. Scale Inhib., 2022, 11, no. 3, 1191–1213
3. Осербоева Альфия Курбанбаевна, Нуруллаев Шавкат Пайзиевич, and Кодиров Х.И. "Защита стали от коррозии в кислых и нейтральных средах" Universum: химия и биология, no. 11 (53), 2018, pp. 58-61. в кислых и нейтральных средах //дата об
4. Зойиров А.О. Канияров Р.Ж., Осербоева А.К. Защитные свойства амин и фосфорсодержащих ингибиторов в водных средах Международной научно-технической конференции «Инновационные технологии производства стекла, керамики и вяжущих материалов ФОРУМ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ Ташкент 2022, 122с.