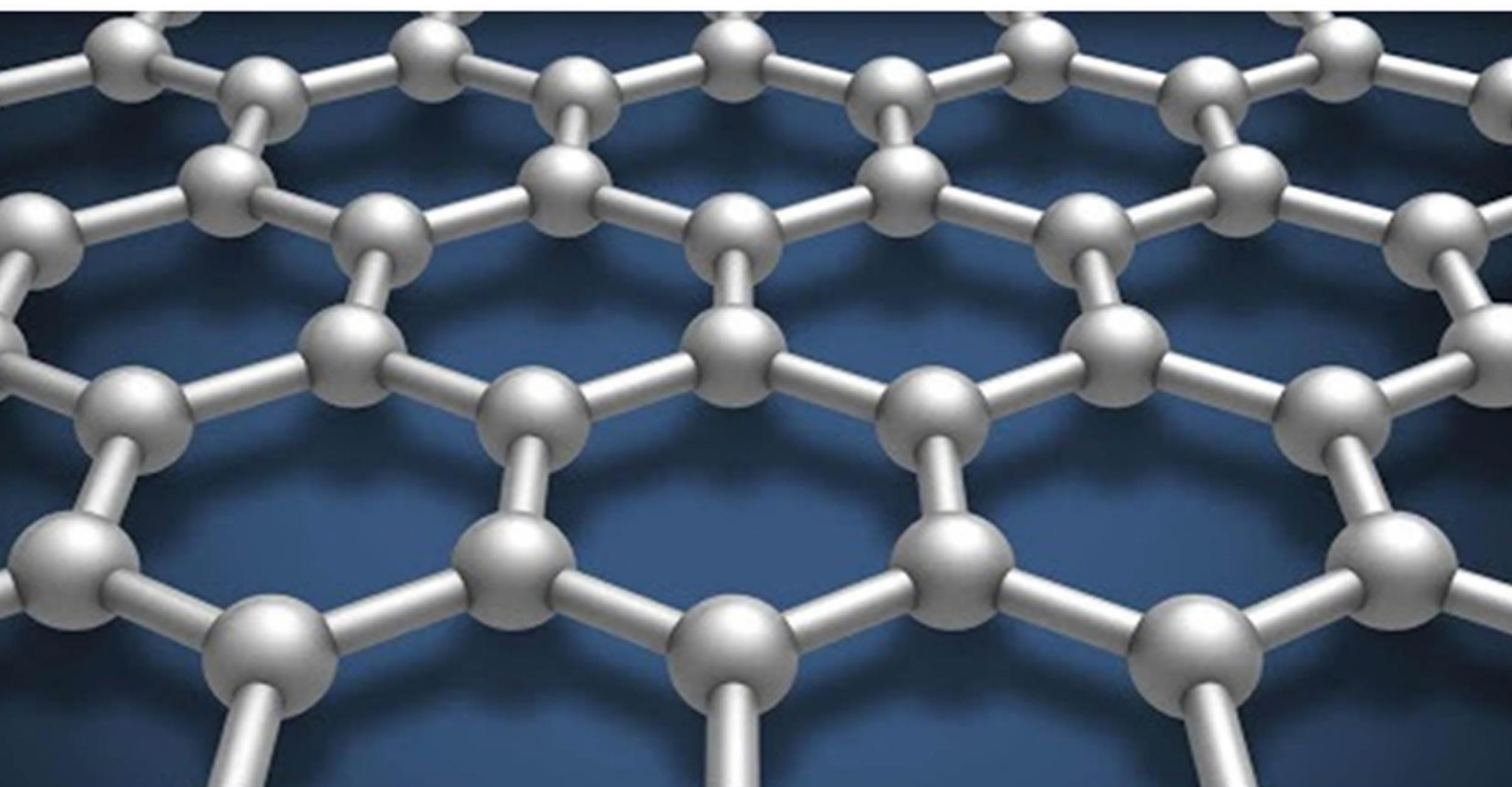


O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК 620.193.4

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ И КИНЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИКОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ДИЦИАНДИАМИДА

Н.Ш. Ражабалиев, Ж.А. Рахронов, М.Ж. Нигматиллаева, Ю.Н. Ражабов, Э.Т. Бердимуродов, Х.И. Акбаров

Введение. Исследование коррозионных процессов и разработка методов защиты металлов ставят перед собой актуальные научно-технические задачи. Один из наиболее распространенных методов [1] защиты от коррозии - это применение ингибиторов, которые позволяют снизить скорость коррозии металлов и сплавов, контактирующих с агрессивными средами в производственных условиях [2]. В связи с растущей потребностью в ингибиторах коррозии возникает проблема разработки новых ингибиторов [3] с высокими природоохранными свойствами и расширения их ассортимента за счет удешевления их производства. Согласно современным исследованиям особое внимание уделяется ингибиторам коррозии, содержащим аминогруппы, а также органическим группам, содержащим гетероатомы серы, кислорода и азота [4].

Объект и методы исследования. В данном исследовании была изучена эффективность защиты от коррозии стали N20 с применением ингибитора ДЦДА, а также изучены кинетика и термодинамика коррозионного процесса. Защита стали N20 от коррозии представляет собой актуальную проблему в области материаловедения, химии и технологии. Сталь N20 относится к семейству углеродистых сталей, ее состав следующий: Fe 98%, Sr ≤0,25%, Su ≤0,30%, Ni ≤0,30%, Mn 0,35–0,65%, As 0,08%, Si 0,17–0,37%, S 0,17–0,24%, R ≤0,035% и S ≤0,040%. Перед проведением эксперимента металлические образцы были очищены и отполированы. Чистые металлические пластины затем трижды промывались дистиллированной водой и спиртом, после чего обезвоживались ацетоном и сушились на воздухе. Все эксперименты проводились в фоновом растворе 0,5 М соляной кислоты при температурах 303, 313, 323 и 333 К. Образец стали N20, выбранный для гравиметрических исследований, имел форму пластины размером 2 см в ширину, 3 см в высоту и 3 мм в толщину.

Кинетика активации и термодинамика коррозионного процесса позволяют получить необходимую информацию о механизмах действия ингибиторов посредством определения энергий активации ингибиторов по скоростям коррозии при различных

температурах и концентрациях. Энергия активации [5] находится измерением скоростей коррозии в присутствии и в отсутствие ингибитора по уравнению Аррениуса (1):

$$W_{\text{грав}} = A \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right) \quad (1)$$

где: E_a - энергия активации (кДж/моль), $R=8,314$ Дж/моль·К, T - температура (К), A - преэкспоненциальный коэффициент Аррениуса.

По скоростям коррозии, полученным при различных температурах и концентрациях, строится прямолинейный график зависимости $\lg W$ от $1000/T$ и находится тангенс угла наклона прямой. Здесь $\text{tg} \alpha$ связан с энергией активации следующим образом: $\text{tg} \alpha = -E_a/2,303 \cdot R$.

Для нахождения значений энтальпии активации (ΔH_a) и энтропии (ΔS_a) используют уравнение [6] переходного состояния (2) и график:

$$W_{\text{грав}} = \frac{RT}{Nh} \exp\left(\frac{\Delta S_a}{R}\right) \exp\left(-\frac{\Delta H_a}{RT}\right) \quad (2)$$

где: h - постоянная Планка ($6,626 \cdot 10^{-34}$ м²кг/с) и N - постоянная Авогадро.

По кривым зависимости $\lg W/T$ от $1000/T$ через тангенс угла наклона графика находят энтальпии активации ($\text{tg} \alpha = -\Delta H_a/2,303 \cdot R$), по точке пересечения с осью ординат [$\lg(R/Nh) + (\Delta S_a/2,303 \cdot R)$] находится энтропия активации.

I. Полученные результаты и их обсуждение. Для получения дополнительной информации о механизмах защиты изучали покрытие ингибитора ДЦДА на поверхности стали N20 в зависимости от концентрации в 50, 100, 150 и 200 мг/л при различных температурах. При увеличении концентрации наблюдалось увеличение уровня защиты ингибитора ($\eta_{\text{Грав.}}$) и покрытия поверхности ($\theta_{\text{Грав.}}$). Это объясняется тем, что большее количество молекул ингибитора закрывает больше центров коррозии и снижает процесс коррозии.

С повышением температуры снижается скорость коррозии и уровень защиты ингибированной системы. При температуре 303 К уровень защиты в концентрациях 50-200 мг/л составлял 75,79-91,62%, а при температуре 313 К $\eta_{\text{Грав.}}$ значение составило 73,49-85,38%, 70,20-78,63% при температуре 323 К и 65,03-70,99% при температуре 333 К.

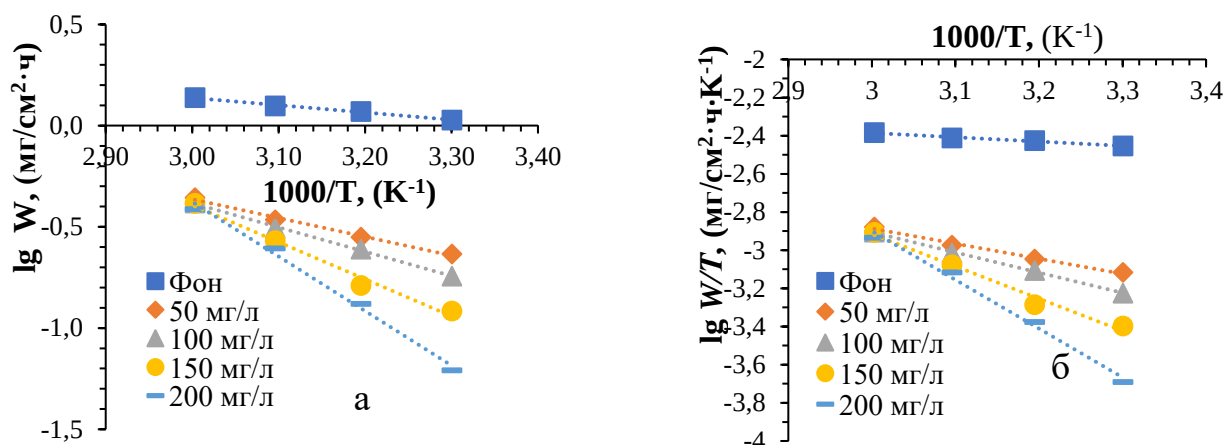


Рисунок 1. Кривые Аррениуса (а) и кривые транзитного состояния (б) ДЦДА

Кинетические параметры ингибитора ДЦДА были изучены по уравнению Аррениуса. Определены энергия активации поверхности стали в среде в отсутствии и присутствии ингибитора (рис. 1а), энтальпия активации и энтропия – активации с использованием графика переходного состояния (рис. 1б). Согласно графику Аррениуса, энергия активации процесса коррозии в отсутствие ингибитора была относительно низкой (6,89 кДж/моль), а при добавлении ингибитора энергия активации возрастала во всех случаях (см. табл. 1). Это указывает на то, что процесс коррозии происходит более легко в отсутствие ингибитора, в то время как введенный ингибитор создает энергетический барьер против развития коррозионного процесса.

Мы наблюдаем, что энергия активации также увеличивается с увеличением

концентрации. Например, $E_a=18,21$ кДж/моль при 50 мг/л, $E_a=24,32$ кДж/моль при 100 мг/л, $E_a=35,61$ кДж/моль при 150 мг/л, а при концентрации 200 мг/л энергия активации возрастает до 57,69 кДж/моль. Это приводит к созданию более высокого энергетического барьера для процесса коррозии при использовании большего количества молекул ингибитора, что повышает уровень защиты.

Положительное значение ΔH_a как в присутствии ингибитора, так и без него, указывает на эндотермический характер процесса коррозии. Значение ΔH в системе без ингибитора (4,32 кДж/моль) было ниже, чем в растворе с ингибитором. Увеличение ΔH при использовании ингибитора указывает на необходимость дополнительной энергии для процесса коррозии, что усложняет процесс.

Таблица 1

Энергия активации и термодинамические функции процесса коррозии при введении ингибитора ДЦДА

C, (мг/л)	-	50	100	150	200
E_a , (кДж/моль)	6,89	18,21	24,32	35,61	57,69
ΔH , (кДж/моль)	4,32	15,48	21,58	33,08	55,11
ΔS , Ж/(моль·К)	-223,42	-203,01	-187,09	-157,71	-87,49

ЛИТЕРАТУРА

1. Ражабов Ю.Н., Акбаров Х.И., Гуро В.П., Фузайлова Ф.Н. “Антикоррозионные свойства ингибиторов кислых сред на основе меламина” // “Ўзбек кимё журналы” Узбекский научно-технический и производственный журнал. Тошкент-2020. №2. –С. 36-41.
2. Turaeva H.K., Rajabov Y.N., Akbarov X.I. Electrochemical study of (Z)-4-(tert-butylamino)-4-oxobuten-2-acid synthesis and inhibition properties // Scientific and Technical Journal of NamIET. Namangan-2022. Volume-7, Issue-2. ppm. 173-178.
3. Ражабов Ю.Н., Эшмаматова Н.Б., Акбаров Х.И. “Механизмы защиты и оценка эффективности ингибиторов на основе аминокислот” // “Universum: химия и биология” Москва-2020. 12(78). Часть 2. –С. 20-24.
4. Berdimurodov E., Kholikov A., Akbarov Kh, Lei Guo, Inhibition properties of 4,5-dihydroxy-4,5-di-p-tolylimidazolidine-2-thione for use on carbon steel in an aggressive alkaline medium with chloride ions: Thermodynamic, electrochemical, surface and theoretical analyses, Journal of Molecular Liquids 327 (2021) 114813.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Химия и физикохимия композиционных материалов и нанокмпозитов

С.С. Негматов, Н.Б. Эрниеов, К.С. Негматова, М.Э. Икрамова, А.Н. Бозоров, Д.Н. Раупова. Извлечение драгоценных металлов (золота и серебра) в процессе цианирование и сорбции.....	3
Д.Й. Хакимова, С.С. Негматов, М.Э. Икрамова, Ж.Н. Негматов, Н.С. Абед. Извлечение марганцевого концентрата из руд месторождения Дауташи	5
З.З. Яхшиева, Р.М. Калонов, Х.Б. Жураев, Г.Б. Карабаева, Н.К. Мадусманова, З.Х. Асророва, А.А. Бакахонов, Ф.А. Умаров. Электрохимическое поведение ионов сурьмы(III) и висмута(III) при одновременном их присутствии в растворах.....	7
С.Я. Инагамов, У.А. Асроров, А.М. Эшматов, Г.И. Мухамедов, Ф.Ж. Абед. Структура и свойства поликомплексов и поликомплексных гелей на основе натрий-карбоксиметилцеллюлозы с различными поликатионами и их применение.....	9
F.F. Fayzullayeva, Q.T. Siddiqova, B.Yu. Ruziyeva, Sh.Sh. Daminova. Kamyob-yer elementlarining 2-aminobenzimidazol asosidagi kompleks birikmalar sintezi va tadqiqoti.....	15
M.E. Ziyadullayev, R.K. Karimov, Sh.Sh. Sagdullayev. 2-metil- 3(h)-6-aminoxinazolin-4-onni atsillash reaksiyalari.....	20
Э.Э. Машаев, А.Г. Махсумов, Б.Ф. Мухиддинов, О.О. Кодиров. Изучение ИК-спектров бис-карбамата МЭЭ-1.....	26
С.Э. Кораев, Р.И. Муяссарова, Ж.А. Рахмонов, Н.Т. Каттаев, Х.И. Акбаров. Структурно-капиллярная характеристика нового бентонит-кремнеземного композита.....	29
А.Ш. Хусенов, Д.С. Камалова, Б.У. Зокиров, Г. Рахманбердиев. Химическое включение аминогрупп в структуру производных инулина	32
М.Н. Мейлиева, З.А. Сманова, У.Г. Ахмаджонов, А.А. Эрматова. Сув ресурсларидан нефть махсулотларини колонка хроматография ёрдамида ажратиш олиш усулини баҳолаш.....	35
D.Q. Adinaeva, D.O'. Alimova, X.I. Akbarov, N.T. Kattayev. Divinilbenzol va akrilonitril asosida olingan sopolimerning turli xil aminlar bilan modifikatsiyalangan anionitlarning sorbsion xossalari.....	38
Ш.Т. Адизова, М.Р. Амонов, Н.Р. Очилова. Бентонитларни термик ва кимёвий фаоллаштириш орқали сорбцион хossalарини ўзгариши.....	40
Д.К. Назарбекова, А.А. Юсупов. Зависимости кинетики деформации расширения от физико-химических процессов, происходящих в тампонажных смесях.....	42
Н.Ш. Ражабалиев, Ж.А. Рахмонов, М.Ж. Нигматиллаева, Ю.Н. Ражабов, Э.Т. Бердимуродов, Х.И. Акбаров. Термодинамическое и кинетическое исследование антикоррозионных свойств дициандиамида.....	46

2. Физико-механика и трибология композиционных материалов

Д.Н. Ходжаева, С.С. Негматов, Н.С. Абед, К.С. Негматова, Д.К. Холмуродова, Ш.Н. Жалилов. Технология производства трудногорючих композиционных плитных материалов из стеблей хлопчатника и модифицированных мочевиноформальдегидных полимерных связующих с антипиренами.....	48
Д.Н. Ходжаева, С.С. Негматов, Н.С. Абед, К.С. Негматова, Ш.Н. Жалилов. Организация выпуска и проведение опытно-производственных испытаний и внедрение в ООО «Dinex» созданных трудногорючих композиционных древесно-пластиковых плитных материалов.....	50
С.Р. Отаджонов, Ж.А. Рахмонов, Х.И. Акбаров, Н.Т. Каттаев. Исследование термостойкости электропроводящих полимеров на основе поливинилимидазола.....	53
М.Р. Содикова, З.А. Таджиходжаев. Спектрометрическая идентификация сырьевых материалов для амфотерных ионитов на основе вторичного сырья	56
М.Р. Содикова, З.А. Таджиходжаев. Синтез, исследование и спектрометрическая идентификация амфотерных ионитов на основе вторичного сырья	58

3. Разработка и технология получения композиционных материалов

С.Р. Гелчинова, Г.Н. Шарифов, У.О. Худанов, И.С. Седалова. Свойства ПАВ и получения новых поверхностно-активных добавок на основе госсиполой смолы в качестве интенсификаторов помола цемента.....	63
Ф.М. Юсупов, Н. Ёдгаров, Д.З. Нуриддинова, Г.А. Байматова, Б.Ш. Хурсанов, Ю.Р. Яхшиева, Р. Ёлдашев. Разработка технологии ионитов для очистки промышленных сточных вод на основе местного сырья.....	68
С.С. Самадов, Б.Ф. Мухиддинов, С.С. Негматов, Д.Т. Ахтамов. Исследование термического отверждения эпоксидных полимеров.....	70
Т.О. Камолов, К.М. Рузикулов. Хомаки вельц оксиди фракцияси ўлчамларининг қиздирилиш таъсирида ўзгаришини ўрганиш	74