

REPORTS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ISSN 2224-5227

Volume 6, Number 316 (2017), 23 – 29

V.N. Statsyuk, S. Ait, M.Zh. Zhurinov, L.A. Fogel, A.A. Abrashov

"Institute of Fuel, Catalysis and Electrochemistry. D.V. Sokolsky "JSC, Kunaev 142, Almaty, Kazakhstan
sauik-ait@mail.ru; vadim.st@inbox.ru; fogel.lidiya@mail.ru

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE ADSORPTION CHARACTERISTICS OF HETEROCYCLIC AMINES ON MERCURY AND THEIR INHIBITORY ABILITY ON IRON

Abstract. Using the method of cyclic voltammetry on a disk iron electrode, a relationship was established between the adsorption ability of aromatic heterocyclic compounds of 2,2'-dipyridyl and its isomer 4,4'-dipyridyl and the corrosivity of these compounds on the iron electrode from the change in cathode peak current due to the electroreduction of corrosion products. On the basis of the experimental data, it was concluded that the greatest effect on the prevention of corrosion processes is possessed by 4,4'-dipyridyl, due to a stronger interaction of π -electrons with the mercury surface and flat on the surface of the electrode. Unlike molecules of 2,2'-dipyridyl, which cause inhibition of corrosion processes, complex compounds of $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ lead to the opposite effect. However, their outer-sphere associations with Br^- and I^- ions $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$ and $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$ lead to a weakening of corrosion processes.

Keywords: anodic dissolution, cyclic voltammetry, cathodic maximum, initial potential, potential sweep rate.

УДК 620.197; 541.13

В.Н. Стацюк, С. Айт, М.Ж. Журинов, Л.А. Фогель, А.А. Абрашов

АО «Институт Топлива, Катализа и Электрохимии им. Д.В Сокольского»,
Кунаева 142, г. Алматы, Казахстан

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ АДсорбЦИОННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ АМИНОВ НА РТУТИ И ИХ ИНГИБИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТЬЮ НА ЖЕЛЕЗЕ

Аннотация. Используя метод циклической вольтамперометрии на железном дисковом электроде, установлена взаимосвязь между адсорбционной способностью ароматических гетероциклических соединений 2,2'-дипиридила и его изомера 4,4'-дипиридила и коррозионной способностью этих соединений на железном электроде по изменению величины тока катодного максимума, обусловленного электровосстановлением продуктов коррозии. На основании полученных экспериментальных данных сделан вывод, что наибольшим эффектом по предотвращению коррозионных процессов обладает 4,4'-дипиридил, обусловленный более сильным взаимодействием π -электронов с поверхностью ртути и плоским расположенным на поверхности электрода. В отличие от молекул 2,2'-дипиридила, вызывающих ингибирование коррозионных процессов, комплексные соединения $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ приводят к противоположному эффекту. Однако их внешнесферные ассоциации с Br^- и I^- ионы $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$ и $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$ приводят к ослаблению коррозионных процессов.

Ключевые слова: анодное растворение, циклическая вольтамперометрия, катодный максимум, начальный потенциал, скорость развертки потенциала.

Введение

Необходимым условием ингибирующего действия органических соединений является их адсорбция на поверхности электрода корродирующего металла. Однако следует отметить, что прямое количественное определение коррозии на железе связано со значительными трудностями, обусловленных неоднородностью и шероховатостью поверхности, постоянным ее обновлением в процессе коррозии, сравнительно узким интервалом потенциалов двойнослойной области при поляризации металла. Наиболее точные измерения и количественные характеристики адсорбционных явлений, как правило, получены на ртутном электроде, поэтому адсорбционные измерения на ртути могут служить в качестве эталона. По Антропову [1], если электронное строение компактного металлического электрода, а также строение его двойного электрического слоя во многом сходно с ртутным электродом, то можно с определенной достоверностью переносить результаты, полученные на ртути на компактные металлические электроды. Наиболее ёмкая информация о коррозионных процессах и условиях её предотвращения может быть получена при изучении как катодных, так и анодных процессов с использованием циклической вольтамперометрии, позволяющий установить реакционную способность продуктов анодного растворения металла путем их электровосстановления в процессе последующей катодной поляризации электрода.

Методика эксперимента

Циклические вольтамперные кривые были получены на потенциостате-гальваностате AUTOLAB (Нидерланды) в термостатированной при 25⁰С герметичной ячейке с помощью термостата LOIPLT-105(Россия). Рабочим электродом служили дисковый железный электрод с видимой поверхностью 0,03см². Для обновления поверхности рабочего электрода использовали абразивную бумагу марки MIRKA 2000(Финляндия) при вращении электрода 2500об/мин с последующим промыванием дистиллированной водой. В качестве вспомогательного электрода использовали платиновую спираль с видимой поверхностью, превышающей поверхность рабочего электрода более чем в 100 раз. Приведенные в статье потенциалы измеряли относительно хлорсеребряного электрода фирмы Metrohm(Швейцария) с потенциалом 198мВ относительно водородного электрода. Деаэрирование объема раствора в ячейке проводили инертным газом аргон «в.ч». Измерение рН раствора осуществляли с использованием рН-метра рН-150МИ(Россия). Для приготовления растворов использовали дистиллированную воду. Применяемые в работе реактивы Na₂SO₄, NaI, NaBr имели квалификацию «х.ч» и 2,2'-дипиридил фирмы 'Reanal' Венгрия, 4,4'-дипиридил фирмы 'Chemapol' Чехия имели квалификацию (ч.д.а.)

Результаты и обсуждение

На рисунке 1 приведены циклические вольтамперные кривые на железном дисковом электроде в растворе 0,3М Na₂SO₄ (кривая 1) и в присутствии 2,2'-дипиридила (кривая 2-4). Циклические вольтамперные кривые снимались следующим образом: вначале получали катодную часть вольтамперных кривых от -0,35 до -1,1В по достижению потенциала E=-1,1В направление развертки потенциала изменяли на противоположное и снимали анодную часть вольтамперных кривых, достигая значения начального потенциала E = -0,35В. Появление максимума А при E=-0,95В на катодной части циклической вольтамперной кривой (1) связано с электровосстановлением продуктов ионизации железного электрода в исследуемом сульфатном растворе. Увеличение тока ионизации железного электрода путем смещения начального потенциала E_н в область более положительных значений приводит к росту тока катодного максимума А. Иными словами, увеличение степени заполнения поверхности железного электрода продуктами ионизации приводит к увеличению тока максимума А, обусловленного электровосстановлением этих продуктов. Сопоставляя вольтамперные кривые, представленные на рис. 1 следует отметить, что в присутствии 2,2'-дипиридила (кривые 2-4) величина тока максимума (А) заметно меньше, чем в растворе, не содержащем 2,2'-дипиридил (кривая 1). При этом, потенциал максимума (А) при одинаковой скорости развертки потенциала не зависит от содержания в растворе 2,2'-дипиридила.

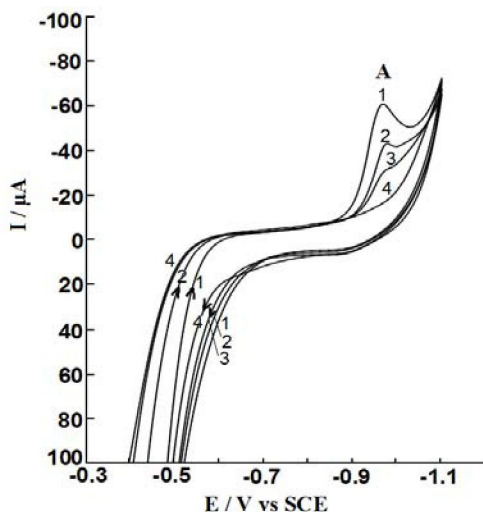


Рисунок 1 - Циклические вольтамперные кривые железного электрода в растворе 0,3 M Na_2SO_4 в присутствии разных концентраций 2,2'-дипиридила
 Электролит - 0,3 M Na_2SO_4 ; концентрация 2,2-дипиридила (M): 1-0; 2 - $1,87 \cdot 10^{-4}$; 3 - $4,55 \cdot 10^{-4}$; 4 - $3,3 \cdot 10^{-3}$

Из рисунка 1 следует, что наличие 2,2'-дипиридила в исследуемом растворе препятствует ионизации железного электрода в указанных условиях из-за адсорбции на его поверхности. Уменьшение степени заполнения железного электрода продуктами его ионизации из-за адсорбции 2,2'-дипиридила приводит к уменьшению тока максимума А. Увеличение концентрации 2,2'-дипиридила от $1,87 \cdot 10^{-4}$ до $3,3 \cdot 10^{-3}$ M в растворе 0,3M Na_2SO_4 при постоянной скорости развертки потенциала 15мВ/с вызывает уменьшение тока максимума А без существенного изменения его потенциала. Наблюдаемое снижение тока максимума А как и уменьшение тока ионизации без изменения его потенциала позволили сделать вывод о том, что наблюдаемое явление вызвано экранированием поверхности железного электрода адсорбированными молекулами 2,2'-дипиридила.

Интересно было установить влияние изомера 2,2'-дипиридила - 4,4'-дипиридила, который в отличие от 2,2'-дипиридила не образует хелатные комплексы с ионами металлов, на циклические вольтамперные кривые железного электрода. На рисунке 2 представлены циклические вольтамперные кривые на железном дисковом электроде в растворе 0,3M Na_2SO_4 в присутствии 4,4'-дипиридила, концентрация которого в исследуемом растворе изменялась от $6,95 \cdot 10^{-5}$ до $1,36 \cdot 10^{-3}$ M.

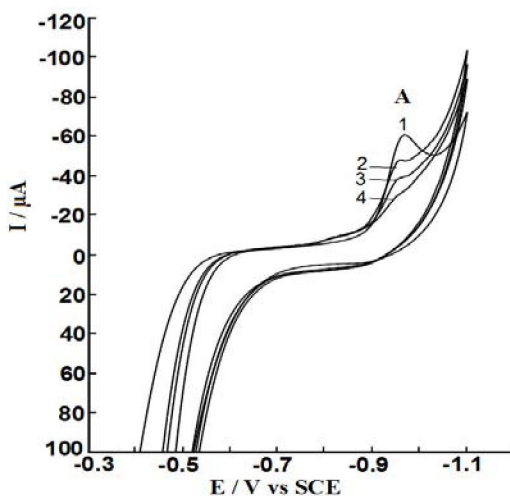


Рисунок 2 - Циклические вольтамперные кривые железного электрода в растворе 0,3 M Na_2SO_4 в присутствии разных концентраций 4,4'-дипиридила
 Электролит - 0,3 M Na_2SO_4 ; концентрация 4,4'-дипиридила (M): 1-0; 2 - $6,95 \cdot 10^{-5}$; 3 - $1,67 \cdot 10^{-4}$; 4 - $1,36 \cdot 10^{-3}$

Из рисунка 2 следует, что в присутствии 4,4'-дипиридила в исследуемом интервале концентрации величина тока максимума А систематически уменьшается (кривые 2-4), а при его концентрации $C \geq 1,36 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ максимум тока А на катодных кривых практически не наблюдается. В этих же условиях при $E_n = -0,35 \text{ V}$ ионизация железного электрода заметно ослабляется (рисунок 2, кривая 4). Из сопоставления рисунков 1 и 2 следует, что наибольшей ингибирующей способностью среди изомеров 2,2' и 4,4'-дипиридилов обладает 4,4'-дипиридил.

Полученные экспериментальные данные хорошо коррелируют с адсорбционной способностью исследуемых изомеров на ртутном электроде [2-6]. Согласно экспериментальным данным [2-6] выигрыш энергии адсорбции при переносе от границы раствор/воздух к границе раствор/ртуть определяет энергию взаимодействия органических молекул с незаряженной поверхностью. Величина $\Delta(\Delta G_{\text{адс}})$ для 2,2'-дипиридила составляет 10,94 кДж/моль, а для 4,4'-дипиридила эта величина составляет 12,57 кДж/моль. Тогда как для пиридина $\Delta(\Delta G_{\text{адс}})$ составляет 3,81 кДж/моль [7]. Отсюда следует, что сочленение пиридиновых колец усиливает их π -электронные взаимодействия с поверхностью ртути, причем наибольший эффект проявляется у 4,4'-дипиридила. При положительном заряде ртути, когда возрастает роль π -электронного взаимодействия более активным на границе ртуть/раствор оказывается 4,4'-дипиридил. Более сильное π -электронное взаимодействие 4,4'-дипиридила предполагают более плоскую ориентацию. С этим выводом согласуются ёмкостные измерения для исследуемых дипиридилов, исходя из изотерм адсорбции Гиббса.

Наряду с вышеизложенным следует иметь в виду, что столь сильное влияние 4,4'-дипиридила, в отличие от 2,2'-дипиридила, по-видимому, может быть связано с тем, что 4,4'-дипиридил образует плохо растворимые полимерные соединения с ионами железа в виде полимеров [8], которые при их адсорбции на поверхности железного электрода, способны более эффективно блокировать поверхность электрода [9]. Как следствие подобных процессов, резко уменьшается ионизация железного электрода и степень заполнения его поверхности продуктами ионизации и связанное с этим отсутствие максимум А на катодных кривых.

По мере выдерживания железного электрода в растворе содержащем 2,2'-дипиридил, исходный раствор окрашивается в красный цвет, свойственный для трисдипиридилных комплексов $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$, которые можно охарактеризовать как продукты коррозии железа в исследуемом растворе. Трисдипиридилные соединения железа $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ являются хелатными, термодинамически устойчивыми комплексами $\lg \beta_3 = 17,45$ [10]. По своим кинетическим характеристикам эти комплексы являются инертными, период полуобмена молекул 2,2'-дипиридила на молекулы H_2O в координационной сфере $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ составляет 5 часов [11]. Для установления влияния 2,2'-дипиридила и продуктов его коррозионного взаимодействия с железом в виде $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ получены циклические вольтамперные кривые на железном электроде в условиях, когда комплексы $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ превалирует в исследуемом растворе.

На рисунке 3 приведены циклические вольтамперные кривые на железном электроде в растворе 0,3 M Na_2SO_4 (кривая 1) в присутствии $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ 2,2'-дипиридила (кривая 2) и $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ (кривая 3).

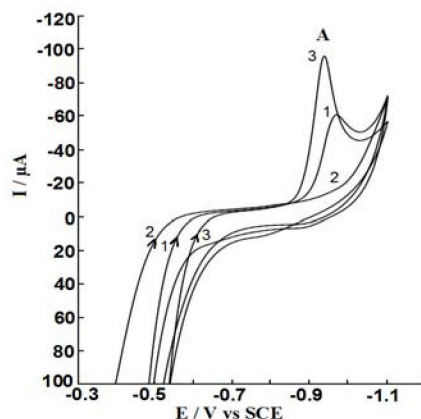


Рис. 3 - Циклические вольтамперные кривые железного электрода в растворе 0,3 M Na_2SO_4 в присутствии $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ 2,2'-дипиридила и его комплекса с ионами железа $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$
 1) 0,3M Na_2SO_4 ; 2) $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ 2,2'-дипиридила; 3) $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$

Из рисунка 3 видно, что в присутствии $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ 2,2'-дипиридила в исследуемом интервале потенциалов от $-0,35 \text{ В}$ до $-1,1 \text{ В}$ максимум А на катодных вольтамперных кривых практически не наблюдается, что свидетельствует об ингибирующей способности используемого гетероциклического амина. Тогда как в присутствии $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ (кривая 3) ионизация железного электрода усиливается, а величина тока максимума А в этих условиях становится больше аналогичного максимума, полученного в растворе $0,3 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$, при этом потенциале максимум смещается в область более положительных потенциалов.

В растворах $0,3 \text{ M NaBr}$ и $0,3 \text{ M NaI}$, содержащих постоянную концентрацию $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ ($C = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$), приводит к ослаблению ионизации железного электрода и уменьшению максимума тока А на катодной кривой (рис 4, кривые 3,4). Наблюдаемые явления, по-видимому, определяются природой адсорбированных частиц и структурой адсорбционных слоев на поверхности железного электрода. При больших степенях заполнения поверхности железного электрода трисдипиридилными комплексами $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ между адсорбированными комплексными катионами могут проявляться кулоновские силы отталкивания. Такие явления могут иметь место при образовании внутрисферных комплексов в растворах не склонных к образованию внешнесферных ассоциатов, анионы, которых обладают высокой энергией гидратации SO_4^{2-} ($-\Delta H_{\text{гидр}}^0 = 168,6 \text{ кДж/моль}$) [12].

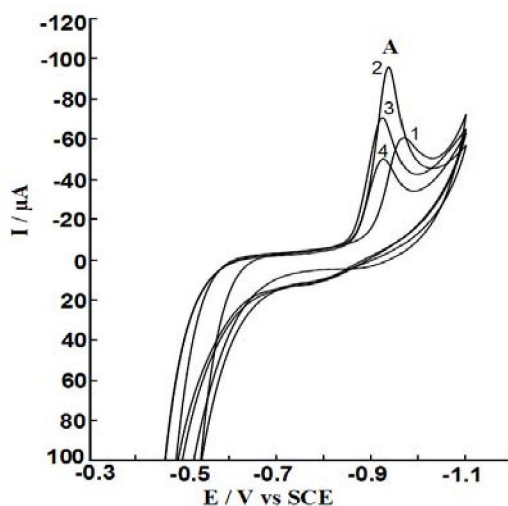


Рис. 4 - Циклические вольтамперные кривые железного электрода в растворах содержащих постоянную концентрацию $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ ($3,3 \cdot 10^{-3} \text{ M}$): 1) $0,3 \text{ M Na}_2\text{SO}_4$; 2) $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$; 3) $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$; 4) $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$

В растворах бромидов и иодидов натрия, в которых образуются преимущественно $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$ с константой внешнеферной ассоциации $\lg \beta_2^{\text{out}} = 2,40$ и $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$ с $\lg \beta_2^{\text{out}} = 2,70$ [13]. Энергия гидратации $-\Delta H_{\text{гидр}}^0$ ионов Br^- и I^- , соответственно равны $-152,8 \text{ кДж/моль}$ и $-107,9 \text{ кДж/моль}$ [12]. При адсорбции выше приведенных внешнесферных ассоциатов возникают электростатические силы притяжения между противоположно заряженными частицами или фрагментами полислоистых адсорбционных слоев [14]. В этих условиях преобладают силы Ван-дер-Ваальса и кулоновского притяжения над силами кулоновского отталкивания. Образовавшиеся полислоистые адсорбционные покрытия приводят к экранированию и блокировке поверхности железного электрода, которые ответственны за снижение тока ионизации железного электрода и уменьшению тока максимума А на катодных вольтамперных кривых (рисунки 4, кривые 3, 4).

Выводы

Таким образом, использованные циклической вольтамперметрии железного электрода в растворах близких к нейтральным $\text{pH} = 5,9$, содержащих гетероциклические амины 2,2'-дипиридил и 4,4'-дипиридил, а также комплексы $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ и их внешнесферные ассоциаты $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$, $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$ позволило установить взаимосвязь между ионизацией железного электрода в исследуемых растворах и появлением максимума тока на катодной части вольтамперных кривых.

Изомер 2,2'-дипиридила- 4,4'-дипиридил, обладающий более сильным взаимодействием π -электронов с поверхностью ртути, в отличие от 2,2'-дипиридила, при плоском расположении пиридиновых колец на электроде приводит к усилению антикоррозионной способности железного электрода.

Установлено, что увеличение степени заполнения поверхности железного электрода комплексами $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ вызывает усиление коррозионных процессов, тогда как адсорбция внешнесферных ассоциатов $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$ и $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$ приводит к их ослаблению.

Наблюдаемые изменения величины тока на катодных циклических вольтамперных кривых зависят от природы гетероциклических аминов их внутрисферных и внешнесферных комплексов, структуры их адсорбционных слоев могут быть использованы для определения оптимальной концентрации ингибиторов коррозии.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Андропов Л.И., Погребова И.С. Связь между адсорбцией органических соединений и их влиянием на коррозию металлов в кислой среде. *Итоги науки и техники, серия коррозия и защита от коррозии*. **1973**. Т.2. С. 27-112.
- [2] Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Батраков В.В. Адсорбция органических соединений. М.: «Наука», **1968**, 333 с.
- [3] Дамаскин Б.Б. электродные процессы в растворах органических соединений. Москва, издательство МГУ, **1985**, 312С
- [4] Мамбетказиев Е.А., Жданов С.И., Дамаскин Б.Б. Учет влияния адсорбции лигандов и комплексов при исследовании комплексообразования полярографическим методом I. Исследование адсорбции 2,2'-дипиридила на ртути из водных растворов KNO_3 . *Электрохимия*. **1972**. Т. 8, № 11. С. 1650-1654.
- [5] Мамбетказиев Е.А., Шалдыбаева А.М., Стацок В.Н., Жданов С.И. Некоторые особенности кривых дифференциальной ёмкости водных растворов дипиридилов. *Электрохимия*. **1975**. Т. 10, № 11. С. 1750-1754.
- [6] Ахметов Н.К., Каганович Р.И., Мамбетказиев Е.А., Дамаскин Б.Б. Изучение адсорбционного поведения 2,2'- и 4,4'- дипиридилов на границе раздела раствор/ртуть и раствор/воздух. *Электрохимия*. **1977**. Т. 13, № 2. С. 280-284.
- [7] Ахметов Н.К., Каганович Р.И., Дамаскин Б.Б., Мамбетказиев Е.А. Влияние строения изомеров дипиридила на их адсорбционное поведение. *Электрохимия*. **1978**. Т. 14, № 11. С. 1761-1765.
- [8] Heyrovsky M., Pospisil L. The π -interaction of bipyridinium ions with the electrode surface and its effect on the electrode admittance. *J.Electroanal.Chem.* **1988**, V 255, N1, p.291-296.
- [9] Дамаскин Б.Б., Сурвила А.А., Васина С.Я., Федорова А.И. К вопросу об адсорбции пиридина на поверхности ртутного электрода. *Электрохимия*. **1967**. Т. 3, № 7. С. 825-830.
- [10] Пилипенко А.Т., Фалендыш Е.Д. Химико-аналитические свойства комплексов металлов с азотсодержащими лигандами типа 2,2'-дипиридила. *Успехи химии* **1972**. Т.41, N11, С.2094-2122.
- [11] Кузнецов Ю.И. Физико- химические аспекты ингибирования коррозии металлов в водных растворах. *Успехи химии* **2004**. Т.73, N1, С.79-93.
- [12] Perrin D.D. Stability Constants of Metal-Ion Complexes. Part B. Organic Ligands N.Y. Oxford: Pergamon Press **1979**. 807 p.
- [13] Перрин Д. Органические аналитические реактивы. М.: «Мир», **1967**. С. 96.
- [14] Г.А Крестов. Термодинамика ионных процессов в растворе. Л.: «Химия», **1984**. 272С.
- [15] В.Е Миронов, И.Д Исеев. Константы устойчивости внешнесферных комплексов металла в растворе. *Издательство Красноярского университета, Красноярск*. **1983**, 365С.
- [16] Громов Г.И., Партман А.К., Миронов В.Е. Внешнесферные комплексные соединения трисдипиридилных комплексов железа (II) с перхлорат и галогенид ионами. *Журнал неорганической химии*. **1978**. Т.23 N12, С.3376-3378.
- [17] Макашов Ю.А., Миронов В.Е. Внешнесферные взаимодействия в растворах лабильных комплексных соединений. *Успехи химии*. **1980**. Т.49, N7, С.1188-1213.
- [18] В.И Стацок, В.И Кравцов. О влиянии трис-дипиридилных комплексов Ni(II) на кинетику электровосстановления Eu(II) в присутствии 2,2'-дипиридила и разных фоновых электролитов. *Электрохимия*. **1999**, Т.35, N1, С.110-118.
- [19] Кравцов В.И. Равновесие и кинетики электродных реакций комплексов металлов.- *Ленинград «Химия»*, **1985**, 440С.
- [20] Стацок В.И., Мамбетказиев Е.А., Неталиева С.В. О внешнесферной ассоциации дипиридилных комплексов никеля(II) с анионами фонового электролита. *Электрохимия*. **1986**, Т.22, N1, С.123-125.

В.Н. Стацок, С. Айт, М. Ж. Журинов, Л.А. Фогель, А.А. Абрашов

«Д.В. Сокольский атындағы Жанармай, Катализ және Электрохимия Институты» АҚ, Қонаев к-сі 142,
Алматы қ-сы, Қазақстан

ГЕТЕРОЦИКЛДІ АМИНДЕРДІҢ СЫНАПТАҒЫ АДСОРБЦИЯЛЫҚ СИПАТТАМАЛАРЫ МЕН ТЕМІРДЕГІ ИНГИБИТОРЛЫҚ ҚАБІЛЕТІ АРАСЫНДАҒЫ ӨЗАРА БАЙЛАНЫС

Аннотация. Дискілі темір электродында циклді вольтамперометрия әдісін қолдана отырып ароматты гетероциклді қосылыстар 2,2'-дипиридил және оның изомері 4,4'-дипиридилдің темір электродындағы адсорбциялық қабілеті мен осы қосылыстардың коррозиялық қабілеттілігі арасындағы өзара байланыс коррозия өнімдерінің электрототықсыздануы кезінде пайда болған катодты максимумдардың ток мөлшерінің өзгерісі бойынша анықталынды. Алынған тәжірибелік мәліметтер негізінде коррозиялық процестерді болдырмау жағынан π -электрондарының сынап бетімен күшті әрекеттесуі және электрод бетіне тегіс орналасуы әсерінен 4,4'-дипиридил анағұрлым тиімділікке ие. Комплексті қосылыс $\text{Fe}(\text{dipy})_3^{2+}$ коррозиялық процестерді тежейтін 2,2'-дипиридилден айырмашылығы ол керісінше әсер етеді. Бірақ олардың Br^- және I^- иондарымен болған сыртқы сфералық ассоциаттары $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{Br}_2$ және $[\text{Fe}(\text{dipy})_3]\text{I}_2$ коррозиялық процестердің әлсіреуіне әкеледі.

Тірек сөздер: анодтық еру, циклді-вольтамперометрия, катодты максимум, бастапқы потенциал, потенциал беру жылдамдығы.

Сведения об авторах:

Стацок Вадим Николаевич - д.х.н., профессор, научный консультант лаборатории прикладных исследований ИТКЭ им. Д.В. Сокольского, 050010, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, Тел. 8 (727) 293-94-06, E-mail: vadim.st@inbox.ru

Фогель Лидия Алексеевна - к.х.н. в.н.с., лаборатории прикладных исследований ИТКЭ им. Д.В. Сокольского, 050010, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, Тел. 8 (727) 293-94-06, E-mail: fogel.lidiya@mail.ru

Айт Сауык - м.н.с., лаборатории прикладных исследований ИТКЭ им. Д.В. Сокольского, 050010, г. Алматы, ул. Кунаева, 142, Тел. 8 (727) 2939406, E-mail: sauik-ait@mail.ru

Журинов Мурат Журинович - Академик НАН РК, д.х.н., профессор, генеральный директор АО «ИТКЭ им. Д.В. Сокольского», 050010 г. Алматы, ул. Кунаева, 110, кв.7, Тел. 87011110502, E-mail: nanrk.mzh@mail.ru

Абрашов Алексей Александрович - к.т.н., доцент, кафедра «Композиционных материалов и технологий защиты от коррозии», РХТУ им. Д.И. Менделеева, 125047 Москва, Миусская пл., д.9., тел. 8(499)978-94-51, e-mail: abr-aleksey@yandex.ru