

**Міністерство освіти і науки України**  
**Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»**  
**Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка**  
**Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського**  
**Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка**  
**Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини**  
**Центральноукраїнський державний педагогічний університет**  
**імені Володимира Винниченка**  
**Житомирський державний університет імені Івана Франка**  
**Полтавська академія неперервної освіти ім. М. В. Остроградського**  
**Центр професійного розвитку педагогічних працівників Полтавської міської ради**



**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«XVIII ПОЛТАВСЬКІ ХІМІЧНІ ЧИТАННЯ»**

**12 – 13 березня 2025 року**

**Полтава 2025**

Окрім забруднення повітря, сполуки сірки осідають на внутрішніх деталях двигунів, спричиняючи їхнє передчасне зношування. Дослідження доводять, що збільшення концентрації сірки у дизельному паливі на 0,1% підвищує рівень викидів твердих частинок на 0,034 г/(кВт·год). Це ще раз підтверджує необхідність жорсткого контролю за вмістом цієї речовини у нафтопродуктах.

Щоб зменшити негативний вплив сірчаних сполук на навколишнє середовище та техніку, у світі запроваджено міжнародні та національні стандарти, що регламентують максимально допустимий вміст сірки в паливі. В Україні з 2014 по 2016 рік діяв стандарт Євро-4, який встановлював обмеження у 50 мг/кг сірки в бензині та дизельному паливі. З 2016 року введено в дію стандарт Євро-5, що зменшує допустимий рівень до 10 мг/кг.

Для визначення концентрації сірки в паливі використовуються сучасні аналітичні методи, серед яких ультрафіолетова флуоресценція (EN ISO 20846), рентгенофлуоресцентний аналіз (EN ISO 20847, EN ISO 13032) та енергетично дисперсійна рентгенофлуоресценція (ASTM D4294, ДСТУ ISO 8754). Метод EDXRF вважається одним із найточніших і найшвидших способів контролю, що дозволяє отримувати результати без складної підготовки проб [2].

Оскільки сірка негативно впливає як на якість пального, так і на стан обладнання та навколишнє середовище, її надмірна концентрація в нафтопродуктах має серйозні наслідки. Корозія металевих деталей, зменшення стабільності пального, погіршення роботи каталізаторів і підвищене забруднення повітря – усе це робить питання контролю сірки в паливі надзвичайно важливим.

З огляду на постійне посилення екологічних стандартів у всьому світі, зменшення вмісту сірки в бензині та дизельному паливі є пріоритетним завданням для нафтопереробної галузі. Україна, адаптуючи свої нормативи до європейських вимог, робить значні кроки у цьому напрямку. Впровадження сучасних методів очищення пального дозволить не лише підвищити його якість, а й зменшити негативний вплив на довкілля, що є важливим аспектом сталого розвитку енергетичного сектору.

#### **Список використаних джерел**

1. Екологічні аспекти визначення вмісту сірки в нафтопродуктах / С. В. Бойченко та ін. *Вісник НАУ*. 2010. № 1. С. 219–222.
2. Білинський Й. Й., Городецька О. С., Кротевиц В. В. Огляд методів визначення вмісту сірки в нафтопродуктах. *НаукПраці ВНТУ*. 2014.

## **КОМПОЗИЦІЇ НАНОЧАСТОК МІДІ ТА ПОХІДНИХ ОКСАДІАЗОЛУ ЯК ІНГІБІТОРИ КОРОЗІЇ СТАЛІ В КИСЛОМУ ХЛОРИДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

**Бондар О. С., Завада Д. М., Курмакова І. М.**

Національний університет «Чернігівський колегіум» імені Т. Г. Шевченка

Одним зі стратегічно важливих напрямків розвитку науки в Україні є дослідження нанорозмірних систем, створення наноматеріалів, розвиток нанотехнологій. Зокрема, цільова комплексна програма фундаментальних досліджень НАН України «Фундаментальні проблеми створення нових наноматеріалів і нанотехнологій» складається з розділів: фізика і методи дослідження нанорозмірних систем; хімія

нанорозмірних систем; наноматеріали та технології їх отримання; нанобіотехнології та наноматеріали медичного призначення [5]. Тож, розробка та дослідження композицій з використанням наночастинок для інгібування корозії конструкційних сталей є однією з актуальних задач.

Перспективність таких досліджень підтверджується публікаціями [2-4]. Так, авторами [2] встановлено, що наночастинки срібла в концентрації 20 мг/л в забезпечують 99 % захисту нержавіючої та маловуглецевої сталі в середовищі 1М хлоридної кислоти. В роботі [3] масометричним та електрохімічним методами визначена здатність препарату основі наночастинок золота забезпечує ефективність інгібування алюмінію, маловуглецевої та нержавіючої сталі 88 %, 98 % та 96 % відповідно. При цьому встановлено, що наночастинки золота змінюють механізм анодного процесу розчинення металу за рахунок адсорбції на його поверхні. Показано [1], що підвищити ефективність інгібування корозії конструкційної сталі в агресивному середовищі можна шляхом створенням композицій на основі препаратів наночастинок та гетероциклічних сполук.

Метою роботи було дослідити вплив композицій наночастинок міді та похідних оксадіазолу на корозійно-електрохімічну поведінку конструкційних сталей в кислому хлоридному середовищі.

Композиції отримували додаванням певної похідної 1,2,4-оксадіазолу (досліджено 5 сполук, які містять аміногрупу та розрізняються замісниками в гетероциклі: требаїл, циклогексил, циклобутил, циклопентил, циклопропіл) до препарату з вмістом наночастинок міді 2000 мг/л. Наночастинки міді надані для дослідження співробітником Державного науково-контрольного інституту біотехнології та штамів мікроорганізмів (м. Київ, Україна) С.В. Дерев'янком, похідні оксадіазолу – співробітником ТОВ НВП «Укроргсинтез» (м. Чернігів) О.П. Макеєм.

Дослідження проводили з використанням потенціостату-гальваностату PGstat 500 та трьохелектродної комірки з розділеним катодним і анодним простором. В якості робочих електродів використовували зразки сталі 45 та сталі 10 циліндричної форми (площа 0,65 см<sup>2</sup>), допоміжний електрод – платиновий, електрод порівняння – хлорид срібний ( $E = 0,22$  В). Температура вимірювання 293К. Корозивне середовище – 1М HCl. Композиції вносили в кількості 20 мл/л. Концентрація Поляризаційні криві знімали від потенціалу вільної корозії ( $E_{st}$ ) до 800 мВ (катодна) та від  $E_{st}$  до 200 мВ (анодна). Швидкість подачі потенціалу 10 мВ/с. Струм реєстрували за допомогою комп'ютера та спеціалізованого програмного забезпечення. Для оцінки ефективності дії композицій наночастинок міді та похідних оксадіазолу як інгібіторів корозії в 1М HCl та їх впливу на корозійно-електрохімічну поведінку конструкційних сталей будували графічні залежності потенціалу від логарифму густини струму та проводили розрахунки.

Встановлено, що при додаванні наночастинок міді до розчину 1М хлоридної кислоти потенціал вільної електрохімічної корозії сталі 45 та сталі 10 зміщується в анодну ділянку на 30...40 мВ. Аналогічну дію викликають і досліджені композиції, при цьому вплив на корозію сталі 10 дещо більший. Ефективність інгібування анодного процесу при корозії досліджених сталей в 1М розчині HCl за присутності композицій становить від 73 % до 90 % і перевищує індивідуальний вплив наночастинок міді.

#### Список використаних джерел

1. Demchenko N.R., Bondar O.S., Tkachenko S.V., Kurmakova I.M., Kupchuk O.Yu., Derevianko S.V. Nanocomposite complex ZnO in combination with a triazolazepinium

- derivative for inhibition of microbial steel corrosion. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2024. Vol. 25, № 4. P. 917–923. <https://doi.org/10.15330/pcss.25.4.917-923>
2. Inhibition efficiency of silver nanoparticles solution on corrosion of mild steel, stainless steel and aluminum in 1.0 M HCl medium / T.B. Asafa, J.K. Odusote, O.S. Ibrahim et al./ *Materials Science and Engineering: conference paper Nanotechnology Applications in Africa 22-24 October 2019, Ogbomoso, Nigeria: Opportunities and Constraints*. IOP Publishing 2020. Vol. 805. P. 1-17. doi:10.1088/1757-899X/805/1/012018
3. Inhibition efficiency of gold nanoparticles on corrosion of mild steel, stainless steel and aluminium in 1M HCl solution / J.K. Odusote, T.B. Asafa, J.G. Oseni, et al. *Materials Today: Proceedings*. P. 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.984>
4. Бондар О., Курмакова І., Силенко Ю. Інгібітори корозії на основі нанопрепаратів для збереження металофонду // *Biogeosphere and Socium. International Scientific Conference: the program, abstracts (September 25-27, 2024; Słupsk, Poland)*. Chernihiv: Publishing House “Desna Polygraph”. 2024. С. 127-129
5. Наумовець А.Г., Уваров В.М., Мальчевський І.А., Беспалов С.А. Нанорозмірні системи: дослідження і розробки в національній академії наук України. *Матеріали Школи-конференції молодих вчених «Сучасне матеріалознавство: фізика, хімія, технології (СМФХТ – 2021)»*. Ужгород: ФОП Сабов А.М., Україна. С. 23-31.

## **ВУГЛЕЦЕВІ НАНОЧАСТИНКИ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ЕЛЕКТРОДІВ: МОЖЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ**

**Бохан Ю. В.**

Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка

Модифікація поверхні матеріалів електродів за допомогою вуглецевих частинок є відносно популярною технікою в різних галузях електрохімії та важливим етапом у створенні сучасних матеріалів для сенсорів, каталізаторів та енергетичних пристроїв. Вуглецеві частинки, такі як графен, активоване вугілля або вуглецеві нанотрубки, часто використовуються для покращення електричних, механічних і хімічних властивостей матеріалів електродів.

Зазначимо основні переваги модифікації поверхні матеріалів електродів вуглецевими наночастинками:

- збільшення електричної провідності: вуглецеві частинки, зокрема графен та вуглецеві нанотрубки, мають виняткову електричну провідність. Модифікація поверхні електродів вуглецем може покращити їх провідність, що сприяє кращій енергоефективності електрохімічного пристрою;
- збільшення активної поверхні: активоване вугілля, завдяки своїй великій специфічній поверхні, може збільшити кількість доступних місць для адсорбції іонів в електроліті, що може призвести до покращення ємності заряджання в суперконденсаторах або аккумуляторах;
- посилення хімічної стабільності: вуглецеві частинки можуть покращити хімічну стабільність електродів, захищаючи їх від деградації в результаті циклічних редокс-реакцій, що відбуваються під час заряджання та розряджання;