

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу Сободош Наталії Йосипівни

«Розроблення екологічно безпечної інгібувальної композиції на основі натрію альгінату для захисту алюмінієвого сплаву від корозії та трибокорозії»,
подану на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

Актуальність теми дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Сободош Н. Й. присвячена актуальній науково-практичній проблемі підвищення корозійної та трибокорозійної тривкості конструкційного алюмінієвого сплаву Д16Т у нейтральних хлоридовмісних середовищах шляхом застосування екологічно орієнтованої інгібувальної композиції на основі природного полісахариду – натрію альгінату та цинку ацетату.

Актуальність обраного напрямку зумовлена широким застосуванням високоміцних алюмінієвих сплавів у транспортному машинобудуванні, авіаційній техніці, енергетиці та інших галузях, де поряд із перевагами малої густини і високої питомої міцності суттєвим обмежувальним чинником залишається схильність гетерогенних Al–Cu–Mg сплавів до локальної корозії у присутності хлорид-іонів. Додатково проблема ускладнюється в умовах трибокорозії, коли механічне руйнування природної пасивної плівки циклічно відкриває активну поверхню металу та інтенсифікує електрохімічне розчинення.

Важливою передумовою роботи є також необхідність заміни традиційних високоефективних, але екологічно небажаних інгібіторних систем, зокрема хроматвмісних, на композиції з нижчим екологічним навантаженням. Тому використання біополімерів природного походження, здатних до адсорбції та плівкоутворення, є науково обґрунтованим напрямом. Особливо цінною є постановка завдання не лише оцінити стаціонарну корозію, але й дослідити

поведінку інгібувальної системи на стадії репасивації свіжоактивованої поверхні та безпосередньо під час корозійно-механічного зношування.

Робота виконана у відділі корозії та протикорозійного захисту Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України та пов'язана з тематикою державних науково-дослідних робіт і проекту НФДУ, спрямованих на створення екологічно безпечних інгібувальних композицій та захист конструкційних матеріалів від корозії, трибокорозії і корозійно-механічного руйнування. Отже, тема дисертації є своєчасною, відповідає сучасним тенденціям зеленої хімії та матеріалознавства і має чітко виражене прикладне спрямування.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень та результатів

Достовірність результатів забезпечена застосуванням комплексу взаємодоповнювальних методів: потенціодинамічних поляризаційних вимірювань та електрохімічної імпедансної спектроскопії, СЕМ/EDX-аналізу, 3D-профілометрії, ІЧ-спектроскопії та високоефективної рідинної хроматографії. Репасивацію досліджували на спеціалізованому пристрої з механічним оголенням свіжої поверхні, а трибокорозійні випробування проводили за зворотно-поступального руху з одночасною реєстрацією сили тертя та електрохімічних параметрів. Основні дослідження виконано у 0,1%-му розчині NaCl за 20 ± 2 °C; для EIS застосовано діапазон частот 1000–0,01 Гц за амплітуди 10 мВ, а поверхню трибокорозійних зразків підготовлено до $R_a \approx 0,06$ мкм. Узгодженість результатів, одержаних різними методами, підтверджує обґрунтованість висновків.

Наукова новизна одержаних результатів

Наукова новизна дисертації полягає насамперед у системному встановленні синергічної дії бінарної композиції «натрію альгінат — цинку ацетат» щодо сплаву Д16Т у нейтральному хлоридовмісному середовищі. Показано, що введення цинкового компонента переводить захисну дію індивідуального полісахариду з помірного рівня до високоефективного та забезпечує змішаний анодно-катодний контроль корозійного процесу.

Розвинуто уявлення про формування багатофункціонального органо-неорганічного захисного шару, у якому альгінатні макромолекули та їх комплекси з алюмінієм і цинком реалізують адсорбційно-бар'єрну дію, а малорозчинні цинковмісні сполуки блокують катодні ділянки гетерогенної поверхні.

Окремо слід відзначити дослідження кінетики відновлення пасивного стану після механічного руйнування поверхневої плівки. Встановлено, що оптимальна композиція істотно прискорює стадію ущільнення та потовщення захисного шару. Новими для цієї системи є також результати щодо трибокорозійної поведінки, які засвідчують поєднання репасивувальної та антифрикційної функцій інгібітора.

Практичне значення результатів

Практична цінність роботи полягає у розробленні конкретного складу інгібувальної композиції — натрію альгінат/цинку ацетат у співвідношенні 1:1 із сумарною концентрацією 1 г/л — та встановленні умов, за яких вона забезпечує високий рівень захисту сплаву Д16Т у нейтральному хлоридовмісному середовищі. Результати можуть бути використані як наукове підґрунтя для створення водних технологічних, консерваційних, мийних і змащувально-охолоджувальних систем для деталей з алюмінієвих сплавів.

Цінним є те, що практичні рекомендації спираються не лише на статичні корозійні випробування, а й на оцінку репасивації та трибокорозії, тобто враховують ситуації періодичного механічного руйнування захисного шару. Це розширює потенційну сферу використання результатів у вузлах, де одночасно діють корозивне середовище та тертя.

Загальна характеристика, структура та зміст дисертаційної роботи

Дисертація має логічну структуру і складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг становить 188 сторінок, основна частина - 135 сторінок. Робота містить 62 рисунки, 16 таблиць, список із 245 джерел та 2 додатки.

Повнота викладення основних результатів у наукових публікаціях та їх апробація

Основні результати дисертації оприлюднені у 5 наукових статтях у періодичних виданнях, що індексуються у міжнародній наукометричній базі Scopus, а також у 9 публікаціях у матеріалах і тезах міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій. Тематика статей охоплює основні складові дисертації: інгібування корозії сплаву композиціями натрію альгінату з солями цинку, вибір системи з ацетатом цинку, захист механічно активованої поверхні та трибокорозійну поведінку. Отже, ступінь апробації та публікаційне висвітлення основних результатів є достатніми.

Дотримання академічної доброчесності

Під час ознайомлення з текстом дисертації ознак некоректного використання результатів інших авторів не виявлено. Запозичені положення та фактичний матеріал у літературному огляді супроводжуються бібліографічними посиланнями, а особистий внесок здобувачки у спільні публікації конкретизовано. Наведені у роботі результати та їх обговорення в цілому коректно розмежовані з даними інших дослідників.

Зауваження та дискусійні положення

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу в цілому, вважаю за необхідне висловити такі зауваження та питання дискусійного характеру:

- 1) Опис установки для трибокорозійних досліджень у підрозділі 2.7 є достатньо детальним щодо конструкції та способу реєстрації сили тертя й електрохімічних параметрів, однак для повної відтворюваності випробувань бажано було б звести в окрему таблицю всі числові параметри режиму: нормальне навантаження, діаметр і марку матеріалу контртіла, довжину ходу, лінійну швидкість, загальну тривалість або кількість циклів, об'єм електроліту та площу електрохімічно активної поверхні.
- 2) Термін «екологічно безпечна композиція» є одним із ключових у назві та висновках роботи. Натрію альгінат є природним біополімером, однак до складу оптимальної системи входить також цинку ацетат. У дисертації не наведено

окремих експериментальних випробувань біодеградабельності, екотоксичності або екологічної безпечності всієї композиції. Тому для майбутнього практичного впровадження бажано доповнити дослідження оцінкою екотоксикологічних характеристик і допустимих концентрацій цинку у робочих розчинах.

3) У роботі зазначено, що рН досліджуваних розчинів перебував у межах 6,75–6,98, однак не наведено його значень окремо для контрольного середовища та розчинів з різними інгібіторами. Оскільки кислотність середовища впливає на корозійну поведінку та пасивацію алюмінієвого сплаву, доцільно уточнити, чи змінювався рН при введенні різних компонентів інгібувальних композицій та чи проводилося його коригування.

4) Практичні рекомендації на с. 150–151 охоплюють оборотні системи водопостачання, контури охолодження, мийні та протиожеледні рідини, а також вузли тертя. Разом з тим, основний масив експериментів виконано у модельному 0,1%-му розчині NaCl за 20 ± 2 °C. Перед перенесенням результатів на такі різні технологічні середовища доцільно перевірити ефективність композиції у ширшому діапазоні концентрації хлоридів, рН і температури, а також у присутності типових компонентів реальних мийних і змащувально-охолоджувальних систем.

Зазначені зауваження не ставлять під сумнів достовірність основних експериментальних результатів і не знижують загальної позитивної оцінки дисертації. Вони мають переважно уточнювальний та дискусійний характер і можуть бути враховані в подальшому розвитку досліджень.

Загальний висновок та оцінка відповідності дисертації встановленим вимогам

Дисертаційна робота Сободош Наталії Йосипівни «Розроблення екологічно безпечної інгібувальної композиції на основі натрію альгінату для захисту алюмінієвого сплаву від корозії та трибокорозії» є завершеним самостійним науковим дослідженням, у якому отримано нові, науково обґрунтовані результати щодо синергічного інгібування корозії сплаву Д16Т.

За актуальністю теми, науковою новизною, обсягом і методичним рівнем виконаних досліджень, ступенем обґрунтованості одержаних результатів, їх практичним значенням та повнотою оприлюднення дисертаційна робота відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Вважаю, що Сободош Наталія Йосипівна за результатами публічного захисту заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 16 «Хімічна інженерія та біоінженерія» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія».

Рецензент:

старший науковий співробітник

лабораторії структурної механіки

руйнування відділу водневих технологій

та матеріалів альтернативної енергетики

Фізико-механічного інституту ім. Г. В. Карпенка НАН України

кандидат технічних наук,

старший дослідник

Вікторія ПОДГУРСЬКА

