

Голові разової спеціалізованої ради  
у Дніпровському національному  
університеті імені Олеся Гончара, д.х.н.,  
проф. Пальчикову Віталію Олександровичу

### ВІДГУК

офіційного опонента доктора хімічних наук, професора, в.о. зав. каф. неорганічної хімії ННІ УДХТУ Українського державного університету науки і технологій Голіченка Олександра Анатолійовича на дисертаційну роботу **Лагути Олександра Васильовича «Мідьорганічні дисперсії на основі  $\pi$ -комплексів. Синтез та властивості»**, представлену до разової спеціалізованої вченої ради ДФ 08.051.083 при Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 102 – Хімія

Публікації провідних вчених з тематики дисертаційної роботи вказує на те, що все частіше дослідники звертають увагу на необхідність пошуку нових антимікробних засобів, альтернативних антибіотикам. Основна причина полягає, в першу чергу, у тому, що все частіше відбувається неконтрольоване та необґрунтоване застосування антибіотиків населенням, що призводить до формування стійких до їхньої дії мікроорганізмів та вживанню у подальшому інших, вже більш сильних, антибіотиків. Основною групою речовин, які рекомендовані як антимікробні препарати, є комплекси 3d-металів з органічними лігандами, які, найчастіше, містять карбоксильні, нітроген- та сульфурвмісні функціональні групи. Наявність у комплексних сполуках міді великого потенціалу біоактивності призводить до перспективності застосування препаратів Cu, які будуть мати меншу токсичність у порівнянні з її солями.

Враховуючи вищеописане вважаю, що тематика роботи Олександра Лагути, метою якої є синтез мідьвмісних композитів на основі малеїнатионних комплексів  $\text{Cu}^+$  та дослідження впливу компонентного складу на їх фізико-хімічні і бактерицидні властивості, є **актуальною**.

Дисертаційна робота Олександра Лагути виконана на кафедрі фізичної, органічної та неорганічної хімії Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара в рамках держбюджетних науково-дослідних тем Міністерства освіти і науки України: «Електроодні реакції  $\pi$ -комплексів 3d-металів» (2019–2021 р.р. № 0119U100977), «Функціональні композити на основі сполук 3d-металів. Синтез та властивості» (2022–2024 р.р. № 0122U001464).

Основну частину рукопису, яку складають текст разом із таблицями та рисунками, викладено на 107 сторінках. Дисертація складається із вступу (4 стор.), 3 розділів, які містять аналіз літератури (24 стор.) та експериментальну частину (38 стор.), висновки (2 стор.), перелік цитованих літературних джерел (105 посилань) та 3 додатки (14 стор.), які містять фрагмент структури файлу на прикладі оптимізації системи однієї з речовин, геометричну будову комплексів міді з малеїновою кислотою та список

використаних скорочень. Загалом дисертаційна робота містить 42 рисунки та 3 таблиці. Оформлення рукопису дисертаційної роботи відповідає встановленим вимогам.

У **вступі** дисертації обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичне значення, зазначено особистий внесок здобувача.

**Розділ 1** присвячений аналізу літературних даних стосовно методів синтезу, будови та властивостей  $\pi$ -комплексів міді. На основі літературного огляду, обґрунтовано вибір об'єктів дослідження та сформульовані його задачі.

У **другому розділі** містяться необхідні відомості про методику проведення експериментальних та розрахункових досліджень. Описані умови проведення розрахунків рівноваг у розчині та визначення оптимальних умов синтезу, використані фізико-хімічні методи аналізу (наведені характеристики приладів та умови проведення досліджень), квантово-хімічні розрахунки та методики мікробіологічних досліджень.

Результати проведених досліджень та їх обговорення наведені у **розділі 3**, у якому представлений синтез мідних композитів на основі малеїнатів  $\text{Cu}^+$ , особливості будови одержаних композитів, результати дослідження фізико-хімічних та бактерицидних властивостей мідьвмісних композитів.

Автором встановлено, що при синтезі мідьвмісних композитів шляхом часткового хімічного відновлення малеїнатних комплексів  $\text{Cu}^+$ , утворюється суміш моноядерних  $\pi$ -комплексів  $[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]$  з різноманітними біядерними  $\pi$ -комплексами  $[\text{Cu}_2(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})_2]$ . Крім того, вперше виявлено два типи термодинамічно стійких біядерних  $\pi$ -комплексів  $[\text{Cu}_2(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})_2]$ : каркасний, в якому і іони  $\text{Cu}^+$ , і атоми  $\text{Cu}^0$  утворюють  $\pi$ -зв'язки з  $\text{sp}^2$ -гібридизованими атомами карбону вінільного фрагменту малеїнат-іону, і лінійний, в якому гідратовані атоми міді утворюють  $\sigma$ -зв'язок з карбоксильною групою. Встановлено, що оптимальний склад композиту відповідає формулі  $\{[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]0,5\text{Cu}^0\}$ . Доведено, що композит має достатньо високий рівень бактерицидної дії і, на відміну від комплексів  $[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})]$ , – високу стійкість до дії атмосферного кисню у поєднанні з вологою.

Усе перелічене є ознаками **наукової новизни**. Представлені у дисертаційній роботі експериментальні дані проходили ретельне обговорення на 7 конференціях. Крім того, була застосована достатня кількість фізико-хімічних методів дослідження, серед яких комплексонометрія, спектрофотометрія, термогравіметрія, енергодисперсійна спектроскопія, рентгенофазовий аналіз та квантово-хімічне моделювання, що переконує у **достовірності** результатів, які одержав Олександр Лагута.

**Практичне значення** отриманих результатів полягає у можливості застосування одержаних мідьвмісних композитів на основі кислого малеїнату  $\text{Cu}^+$  загального складу  $\{[\text{Cu}(\text{C}_4\text{O}_4\text{H}_3)(\text{H}_2\text{O})] \cdot 0,5\text{Cu}^0\}$  як високоефективних бактерицидних препаратів.

Цікава з наукової точки зору робота, на жаль, не позбавлена деяких зауважень:

1. Не зважаючи на те, що, навіть у назві дисертації, є слово «синтез» - у експериментальній частині відсутнє детальне описання методик синтезу (з вказанням мас та об'ємів реагентів), описані лише основні підходи до одержання комплексів та композитів. Так, наприклад, на стор. 70 написано «Синтезовано 6 зразків», точний склад аналізу яких представлений у табл. 3.2, але із тексту неможливо зрозуміти, яка методика одержання більшості цих зразків. Крім того, із тексту (стор. 40) незрозуміло – як контролювали «повне кількісне протікання реакції» при виборі співвідношення реагентів 0,2.

2. Рівняння 3.4 та 3.5 (стор. 69) по суті дублюють рівняння 3.1 та 3.2 (стор. 57) та відрізняються лише молекулою води, яка присутня у реакційних розчинах для усіх реакцій, описаних представленими рівняннями.

3. Для аналізу термічних властивостей одержаних сполук приводиться лише аналіз TG, хоча наявність DTA дозволяє точніше ідентифікувати процеси, які відбуваються при термічному розкладі. Судячи із тексту (наявність фрази «якщо припустити» - стор. 61) не проводився хімічний аналіз продуктів термічного розкладу, лише припускається утворення  $\text{CuO}$  та  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Крім того, швидкість розгортки  $10^\circ\text{C}/\text{хв}$  є доволі великою і часто не дозволяє фіксувати усі ефекти.

4. На стор. 71 описаний контроль переходу  $\text{Cu}^+$  у  $\text{Cu}^{+2}$  за допомогою ЕСП, але такий же контроль бажано було б представити і у розділі 3.1 при описанні синтезу комплексних сполук і композитів, щоб була можливість одразу оцінити наявність саме  $\text{Cu}^+$  та  $\text{Cu}^{+2}$ .

5. На стор. 75 вказано «Попередньо очікувалось, що за  $x > 1$  в композиті викристалізується помітна кількість нанодисперсної міді, яка принаймні адитивно посилить дію комплексу. Однак спостерігається прямо протилежна картина», але у тексті дисертації недостатньо аргументовано (бажано із літературними посиланнями), чому прогнозувалась адитивність активності одержаних речовин.

6. У «Вимогах до оформлення дисертацій» зазначено, що перелік умовних позначень розташовується одразу після змісту для ознайомлення із скороченнями до початку читання тексту, тому незрозуміло, чому цей перелік приведений лише у додатку В. Крім, того скорочення КУО не розшифроване у тексті, хоча згідно вимог «Додатково їхнє пояснення наводиться у тексті при першому згадуванні».

7. Особливих претензій до стилістики роботи немає, хоча текст дисертації містить декілька граматичних/друкарських помилок або невдалих виразів, наприклад «була виміряна дериватограма» (стор. 61), «готувався насичений розчин» (стор. 71), «електронні спектри» (стор. 72). Крім того, у тексті дисертацій деякі рисунки розташовані не одразу після абзацу з текстом, а достатньо далеко від посилання на нього (навіть якщо на це є вільне місце), наприклад, рис. 3.5. Не співпадають позначки на рис. 3.12 з підписом (на рисунку немає номерів 1,2,3,4). Крім того, по тексту для  $\text{Cu}$

застосовуються одночасно різні назви «Купрум», «купрум», «мідь», хоча, згідно діючого ДСТУ 2439:2018 назва елемента пишеться з малої букви і основною назвою елемента є «мідь» із можливістю застосування латинської назви «купрум», але ці назви повинні бути однаковими по тексту.

Легко помітити, що усі зауваження носять дискусійний характер або є побажаннями і принципово не впливають на загальну позитивну оцінку дисертації. Дисертаційна робота Лагути Олександра Васильовича є закінченою науково-дослідною роботою, проведеною на сучасному рівні. Обґрунтованість наукових положень і висновків роботи підтверджена використанням незалежних методів дослідження і обговоренням отриманих результатів на наукових конференціях. Представлені до захисту експериментальні дані, їх узагальнення характеризують Лагуту Олександра Васильовича як сформованого вченого, здатного вирішувати складні наукові задачі.

Наукові результати дисертації повною мірою представлені у 3 статтях у фаховому журналі, який входить до наукометричної бази Scopus та 7 тезах доповідей на фахових конференціях.

З урахуванням вищевикладеного вважаю, що робота Лагути Олександра Васильовича 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 № 44 від 12 січня 2022 року та «Про внесення змін до деяких постанов Кабінету Міністрів України з питань підготовки та атестації здобувачів наукових ступенів» № 502 від 19 травня 2023 року та відповідає вимогам нормативних актів щодо дисертацій, зокрема «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації» згідно наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12 січня 2017 року із наступними змінами, внесеними згідно наказу МОН №759 від 31 травня 2019 року, а її автор заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії з галузі знань 10 - Природничі науки за спеціальністю 102 – Хімія.

Офіційний опонент,  
в.о. зав. каф. неорганічної хімії ННІ УДХТУ  
Українського державного університету  
науки і технологій  
д.х.н., професор

Підпис д.х.н., професора Олександра ГОЛІЧЕНКА

Особистий підпис  
Олександр ГОЛІЧЕНКО  
засвідчую  
засвідчую  
державного університету науки і технологій  
Олена РИЖОВА  
в.о. ректора  
Українського державного  
університету  
науки і технологій