

**Відгук офіційного опонента**  
на дисертаційну роботу **Складанюк Марії Богданівни**  
**“Фізико-хімія металізації поверхонь та трибологічні властивості**  
**високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, отриманих за**  
**хемо-механо-активаційною технологією”**

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.18 – фізика і хімія поверхні

Робота Складанюк Марії Богданівни, перш за все, є продовженням циклу досліджень процесів металізації та вивчення властивостей вуглецевих волокон, отриманих за хемо-механо-активаційною (ХМА)-технологією висвітлених у дисертаційні роботі Солтис Л.М. (2012 рік захисту), керівником якої був професор Сіренко Г.О., а я мав честь бути її опонентом.

Фізико-хімія поверхні та трибологічні властивості високодисперсних вуглецевих волокон завжди викликали підвищену зацікавленість науковців. Зокрема, це обумовлено тим, що протягом останніх двадцяти років розроблено низку антифрикційних матеріалів на основі полімерів та дисперсних вуглецевих волокон, однак, проблема працездатності вузлів тертя із застосуванням цих матеріалів у компресорах та ін. механізмах залишається гострою.

Досягнення результатів з фізико-хімії трибоконтактних явищ вимагає комплексних експериментальних, теоретичних, та модельних досліджень зношування, спрямованих на вивчення перебігу багатьох чинників та умов роботи деталей і механізмів.

Дослідження стану поверхні карбонізованих вуглецевих волокон, підданих ХМА-технології, та трибологічних властивостей вихідних і металізованих волокон є значною фундаментальною та технічною проблемою, розв'язання якої, хоча б частково, потребує ґрунтовних, різносторонніх теоретичних та експериментальних досліджень. Вирішення питання пошуку процесів металізації, переважно міднення, ХМА-карбонізованих волокон для таких умов – є складним технологічним завданням. Одним із напрямків вирішення такого завдання є розробка методів покриття та відновлення міді (зменшення пасивації поверхонь) у нано – та мікросферах  $[Cu^0+Cu_2O+CuO]$  та  $[Cu^0+Cu_2O]$ , створення багатошарових покриттів міді на підкладках з метою створення на їх поверхнях нанорозмірних стабільних шарів міді та її комплексних сполук, які б забезпечили явище вибіркового переносу міді у контакті полімерний композит – метал.

**Наведені вище обставини визначають актуальність теми дисертаційної роботи М.Б. Складанюк**, присвяченої дослідженню фізико-хімії міднення поверхонь високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, підданих ХМА, за формальдегідною та цинковою технологіями та вивчення трибологічних властивостей карбонізованих (без покриття та з металічним покриттям) під час модельного динамічного контакту металевих тіл та у складі полімерних композитів під час динамічного контакту з металевою поверхнею. Окреслені в дисертації завдання тісно переплетені з **тематикою наукових досліджень** Міністерства освіти і науки України, яка має назву “Створення нового покоління композиційних антифрикційних матеріалів на основі полімерних композитів і мастильних матеріалів на основі хімічно модифікованих мінеральних рідин та рослинних олій” та № ДР 0113U006315 та ін. (див. автореф. с. 2)

**У відповідності з метою роботи** – яка полягала у розробці фізико-хімічних та технологічних основ металізації поверхонь та дослідження трибологічних властивостей високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, отриманих за хемо-термічною та хемо-механо-активаційною технологіями для реалізації явища вибіркового перенесення міді і забезпечення умов прояву ефекту “квазібеззносності” динамічного контакту поверхонь полімерний композит – метал реальних контактуючих пар використаний адекватний, **взаємодоповнюючий комплекс методів дослідження**.

X-променевий структурний аналіз; термографія; термостимульованого та променево-індукованого газовиділення методами мас-спектрометрії; полярографія; потенціометрія; рН-метрія. Використано також: електронну мікроскопію поверхонь; моделювання динамічного контакту, а також використовували методи математичного планування експериментів, статистичного аналізу та пошуку оптимальних рішень. Вказаний комплекс методів дослідження є адекватними і забезпечує достовірність отриманих результатів і зроблених у роботі висновків.

Крім того **достовірність і надійність одержаних результатів** базується на системності підходу автора у дослідженні фізико-хімічних та технологічних основ металізації поверхонь та трибологічних властивостей високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, отриманих за хіміко-термічною та механічною активацією, для реалізації явища вибіркового перенесення міді – під час

динамічного контакту поверхонь полімерний композит – метал в умовах над-граничних та граничних питомих навантажень для досягнення ефекту “квазібез-зносності” реальних контактуючих пар тертя.

**За результатами досліджень, перелічених в авторефераті і дисертації що є новими**, необхідно відзначити такий – при стендових випробуваннях в компресорах роботоздатності ущільнювальних елементів із полімерних волокон, покритих міддю, **вперше** показано досягнення ефекту “квазібеззносності”.

Разом з тим до роботи **виникає ряд зауважень та запитань**:

1. Що до дослідження властивостей та фізико-хімії поверхонь вуглецевих волокон на основі гідратцелюлози (ГЦ) то доцільно було б, для порівняння, провести аналогічні дослідження для вуглецевих волокон на основі поліакрилонітрилу (ПАН) та порівняти їх властивості, зробити висновки що до переваг одних та недоліків інших.
2. Із тексту дисертації не зрозуміло: Як була дана статистична оцінка теоретичним величинам автокореляційної та обопільнокореляційної функцій під час випробувань пар тертя у режимі вибіркового переносу міді ?
3. Під час міднення у деяких випадках, коли каталізатором осадження металу є сама мідь, можливий процес пасивації поверхні каталізатора міді. Яка методологія використовувалась Вами і наскільки вона є ефективна для зменшення впливу конкуруючого процесу пасивації поверхні каталізатора міді ?
4. У якому температурному діапазоні кінцевої температури термообробки вихідних органічних та вуглецевих волокон (наведений надто широкий 673-2073 К) переваги створеної Вами нової цинкової технології міднення високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, підданих хемо-механічній активації, проявляються найбільш ефективно і значно переважають відому формальдегідну, яку Ви модифікували?
5. На широко, фундаментально досліджене і підтверджене явище удосконалення турбостратної структури вуглецевих волокон при хемо-механічній активації доцільно було б заявити або на відкриття, якщо таке можливе, або подати на патент? Чи зроблено це Вами ?
6. Може бути зроблено багато зауважень що до використання нової української наукової термінології. Це використання є не повсюдним у тексті дисертації. Тому можна

бачити: рентгеноструктурний аналіз, X-променеви́й (проміневи́й) аналіз; елементарна чарунка, вимірювальна комірка та багато ін., що може викликати у експертів нерозуміння змісту речень і тексту взагалі.

Відмічені зауваження не піддають сумніву основних положень і висновків дисертації. В цілому ж робота виконана на високому науковому рівні, поєднує як прикладні так і фундаментальні дослідження, а обробка результатів здійснена з використанням адекватного та оригінального математичного апарату. Всі результати дисертаційної роботи опубліковані у фахових наукових виданнях та доповідались на багатьох Міжнародних та Всеукраїнських конференціях.

**Одержані в дисертації результати доцільно використати** в установах, що займаються фізико-хімією та технологією поверхні; фізико-хімією, механікою та стійкістю до зношування і корозії металів та композитів: Інституті хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України м. Київ; Фізико-механічному Інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України м. Львів; у “Львівській політехніці” (Інституті хімії і хімічних технологій); Хмельницькому національному університеті (міжкафедральній навчально-науковій лабораторії композиційних і мастильних матеріалів).

Автореферат добре відображає зміст дисертації, в ньому викладено основні ідеї і висновки, показано внесок автора у розробку та вирішення викладеної проблеми, ступінь новизни та значимість результатів досліджень, їх практичну цінність. Робота є актуальним завершеним дослідженням, має теоретичне та практичне значення, обґрунтовані висновки та достовірні результати. Вона повністю відповідає вимогам, які встановлені для дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук.

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковано у відомих вітчизняних журналах, оприлюднено на ряді авторитетних фахових конференцій. Автореферат дисертації достатньою мірою відображає зміст дисертаційної роботи.

Тому, враховуючи науковий рівень дисертації, актуальність теми, її наукову і практичну цінність, вважаю, що дисертаційна робота **Складанюк Марії Богданівни** “Фізико-хімія металізації поверхонь та трибологічні властивості високодисперсних карбонізованих вуглецевих волокон, отриманих за хемо-механо-активаційною техно-

логією”, представлена на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.18 – “фізика і хімія поверхні”, відповідає вимогам пп. 9, 11–15 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р., до дисертацій, а її автор, **Складанюк Марія Богданівна**, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук зі спеціальності 01.04.18 – “фізика і хімія поверхні”.

### Офіційний опонент

Професор, доктор фізико-математичних наук,  
професор кафедри фізики напівпровідників  
Львівського національного університету імені Івана Франка

 П.В. Галій

Підпис док. фіз.-мат. наук, професора П.В. Галія засвідчую:

Вчений секретар Львівського національного  
університету імені Івана Франка

 О.С. Грабовецька

