

приняті до розр.
15.09.2020
В.Ш.

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Якущенка Сергія Вікторовича

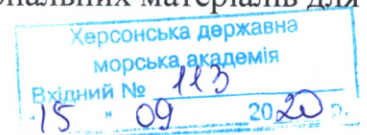
«Закономірності формування модифікованих епокси-поліефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів»,
представлену на здобуття наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 275 – Транспортні технології.

Дисертація є науковою роботою, яка виконана у вигляді рукопису, та складається зі вступу, 5 розділів, основних висновків, списку використаної літератури із 202 найменувань та 4 додатків. Рукопис містить 149 сторінок, 89 рисунків, 40 таблиць. Загальний обсяг роботи становить 237 сторінок. Розгляд дисертації й ознайомлення з опублікованими роботами здобувача за темою дисертації дозволили відзначити наступне.

1. Актуальність теми дисертації.

Розвиток транспортної галузі в цілому, технічний стан транспортного рухомого складу, умови річкових та морських вантажоперевезень та ситуація на ринку захисних покриттів для металічних поверхонь потребують впровадження нових розробок багатофункціональних композиційних матеріалів, які характеризуються не тільки високими показниками механічними та теплофізичними характеристиками, але і відрізняються поліпшеними трибологічними властивостями. Одержання полімерних матеріалів з матрицею на основі епоксидного олігомеру та поліефірної смоли, які модифіковані ультрафіолетовим опроміненням, зі структурними включеннями активних мікродисперсних порошоків різної дисперсності, а саме, слюда-мусковіт, гексагональний нітрид бору, купрум (II) оксид, дисульфід вольфраму дозволяє у принципі досягти необхідних цілей при створенні економічних технологій одержання нових матеріалів у класі полімерно-матричних композитів.

Дисертаційна робота Якущенка С.В. присвячена вирішенню науково-технічної задачі створення нових модифікованих ультрафіолетовим опроміненням епокси-поліефірних композитних матеріалів і покриттів на їх основі з поліпшеними властивостями для збільшення ресурсу експлуатації технологічного устаткування, зокрема морського і річкового транспорту. Розроблені у роботі технології одержання полімерної матриці на основі епоксидної та поліефірних смол ґрунтуються на закономірностях впливу ультрафіолетового опромінення та модифікатора на властивості композитів. В їх основу покладений ефект впливу ультрафіолетового опромінення на властивості полімерної матриці на основі епоксидної та поліефірної смоли, що пришвидшує перебіг процесів структурування на границі поділу фаз у системі зв'язувач - наповнювач і полімерний композит - металічна основа. Це дозволяє отримати матеріали з необхідними теплофізичними, механічними та трибологічними властивостями. Однак, особливості технології отримання епокси-поліефірних композитів на основі дисперсних порошоків слюда-мусковіт, гексагональний нітрид бору, купрум (II) оксид, дисульфід вольфраму практично не вивчалися. Тому, дослідження можливості поєднання технології модифікування ультрафіолетовим опроміненням з одночасною хімічною модифікацією для покращення експлуатаційних характеристик та здешевлення багатофункціональних матеріалів для



підвищення надійності транспортних засобів є актуальною науково-технічною задачею транспортної галузі і складає предмет досліджень даної дисертаційної роботи.

Важливість напрямку теоретичних та експериментальних досліджень Якущенка Сергія Вікторовича підтверджується також тим, що вони проводилися в рамках пріоритетних наукових робіт держбюджетних тем Херсонської державної морської академії, у яких дисертант брав пряму участь: «Створення епоксидних нанокompозитних матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками» (№ д.р. 0117U002177), «Розробка епоксидних нанокompозитів для підвищення експлуатаційних характеристик обладнання морського і річкового транспорту» (№ д.р. 0117U003835), а також науково-технічної роботи «Підготовка поверхні металевої основи шляхом видалення попередньо нанесеного захисного покриття для подальшого нанесення полімерних адгезивів» (№ 26г/18).27г/18 «Підготовка поверхні металевої основи шляхом видалення попередньо нанесеного захисного покриття для подальшого нанесення полімерних адгезивів».

Із урахуванням викладеного можна зробити висновок щодо актуальності, як сформульованих автором теми і мети роботи, так і задач, що вирішувались для її досягнення.

2. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтованість та достовірність одержаних у дисертації результатів та зроблених висновків і рекомендацій забезпечені використанням сучасних методик досліджень, статистичною обробкою даних вимірювання та їх інтерпретацією, яка узгоджується з існуючими теоріями структуроутворення епокси-поліефірних полімерів, а також основними положеннями полімерного матеріалознавства. В роботі у повному обсязі використано стандартизовані та спеціальні методики визначення механічних, теплофізичних, трибологічних властивостей і вивчення структури та міжфазової взаємодії модифікованих епокси-поліефірних композитів. Достовірність наукових положень дисертації підтверджена також порівняльною характеристикою отриманих результатів з результатами досліджень інших авторів.

3. Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше встановлено механізм фізико-хімічної взаємодії модифікатора метилендіфенілдіізоціанату з макромолекулами епокси-поліефірного зв'язувача при структуроутворенні композиту, який полягає у взаємодії функціональних груп $-NCO$ із залишковими гідроксильними та третинними аміногрупами епоксидного олігомеру, а також з карбоксильними групами поліефірної смоли, що дозволяє за незначного вмісту модифікатора підвищити у комплексі фізико-механічні та теплофізичні властивості розробленої матриці.

Досліджено вплив дисперсних часток на процеси структуроутворення матеріалів на межі поділу фаз полімерна матриця - наповнювач, що дозволяє за рахунок значної питомої площі поверхні добавок та наявності поверхнево-активних груп отримати композитні матеріали з підвищеними показниками фізико-механічних та теплофізичних властивостей.

Обґрунтовано можливість використання епокси-поліефірних матеріалів трибологічного призначення для підвищення експлуатаційно-ремонтних характеристик технологічного устаткування морського та річкового транспорту, а

також технологічні умови їх формування.

Одержані у дисертаційній роботі експериментальні результати є суттєвим внеском у розвиток транспортної галузі.

4. Практичне значення результатів дисертації.

Розроблені у дисертаційній роботі композитні матеріали та технології їх формування впроваджено на підприємстві ТОВ «Шипярд1930» для захисту та відновлення елементів допоміжного устаткування суден та на підприємстві «Lakiernictwo Samochodowe» (м. Гнезно, Польща). Результати дисертаційної роботи впроваджено у навчальному процесі у Херсонській державній морській академії.

5. Повнота викладу в наукових публікаціях, що відповідають темі дисертації.

За результатами досліджень за темою дисертації опубліковано 51 наукову працю, при цьому 13 статей у міжнародних журналах та журналах, які входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science, 10 статей у фахових наукових виданнях України, 17 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях різного рівня, отримано 12 патентів України на корисну модель.

Конкретний внесок здобувача в роботах, які написані в співавторстві, відображений як у дисертації, так і зазначено в списку наукових публікацій здобувача. Зміст анотації та основних положень дисертації ідентичний.

6. Оцінка змісту дисертації.

У вступі дисертації обґрунтовано актуальність вибраної теми досліджень, наведено мету і завдання роботи, викладено наукову новизну, практичну цінність і апробацію отриманих результатів.

У першому розділі проведено аналіз сучасного стану питання використання полімерних епоксидних та поліефірних матеріалів для виготовлення та ремонту вузлів тертя засобів транспорту. Зроблено огляд основних напрямків підвищення експлуатаційних характеристик деталей вузлів тертя, виготовлених на основі композитних матеріалів шляхом введення активних дисперсних наповнювачів та модифікаторів. Показано особливості та можливості застосування двокомпонентних наповнювачів для реалізації синергетичного ефекту у покращенні властивостей композитів. На основі проведеного огляду сформульовано мету і основні завдання роботи.

У другому розділі описано вихідні матеріали, методики формування епокси-поліефірних композитних матеріалів. Наведено методи дослідження адгезійних, фізико-механічних, теплофізичних, трибологічних властивостей. Показано методики дослідження структури композитних матеріалів та наповнювачів (ІЧ-спектральний аналіз, дослідження питомої площі поверхні, оптична та скануюча електронна мікроскопія).

У третьому розділі наведено результати дослідження адгезійних, фізико-механічних та теплофізичних характеристик епоксидного зв'язувача за вмісту поліефірного компонента. Експериментально встановлено фізико-хімічну взаємодію модифікатора метилендіфенілдізоціанату із макромолекулами епокси-поліефірного зв'язувача у процесі полімеризації. Крім того, показано, що напружений стан матеріалів та характер ліній сколювання корелює із показниками фізико-механічних

властивостей. Експериментально встановлено показники адгезійної міцності, залишкових напружень, модуля пружності та руйнівних напружень при згинанні, ударної в'язкості, теплостійкості, температури склування та термічного коефіцієнта лінійного розширення розробленої епокси-поліефірної матриці.

У четвертому розділі наведено результати дослідження впливу ультрафіолетового опромінення на властивості епокси-поліефірних композитів. Розглянуто особливості активності та морфології поверхні наповнювачів та визначено їх питомі площі поверхні. Проведено ІЧ-спектральний аналіз порошкоподібних матеріалів. За результатами дослідження встановлено оптимальні співвідношення порошкоподібних наповнювачів: слюда, CuO, h-BN та WS₂, та констатовано доцільність використання даних порошоків у вигляді антифрикційних наповнювачів для епокси-поліефірних композитів. Аналіз результатів з використанням математичного планування експерименту дозволив розробити матеріали з бідисперсним двокомпонентним наповнювачем.

У п'ятому розділі наведено результати дослідження трибологічних характеристик композитів та їх стійкості до ударних навантажень при експлуатації у різних агресивних середовищах. Показано, що наповнювач купрум (II) оксид розташований в приповерхневому шарі і не вступає в процес тертя на початковому етапі припрацювання матеріалу. Підтверджено, що система є гетерогенною, дисперсні наповнювачі рівномірно розподілені у об'ємі матриці. Встановлено, що витримування композитного матеріалу, який містить наповнювач слюду та h-BN, упродовж 30 діб в агресивних середовищах: масляне середовище, морська вода, річкова вода, бензин та лужне середовище (NaOH (50%)) суттєво не впливає на здатність полімерного матеріалу чинити опір ударним навантаженням.

Розроблено два варіанти композитних матеріалів та захисних покриттів на їх основі для практичного впровадження та наведено технологію їх формування.

Зміст анотації повністю відповідає змісту дисертаційної роботи.

Зауваження по дисертації та анотації.

1. У тексті дисертації (с. 6) в анотації вказано три розроблені композитні матеріали, проте в підрозділі 5.4 та анотації, яка була завантажена на офіційній сторінці Херсонської державної академії, зазначено два склади покриття.
2. У тексті дисертації (с. 143) написано «... визначали критичний вміст основного та додаткового наповнювачів». Замість терміну «критичний вміст» доцільно використовувати «оптимальний вміст», оскільки термін «критичний вміст» відповідає максимальній кількості добавки в композиції, перевищувати яку технологічно є неможливо. В даному випадку введення вищого вмісту наповнювачів є можливим, однак при цьому відбувається зниження характеристик композиту.
3. Не зрозуміло, чим обґрунтовано вибір умов дослідження трибологічних властивостей: питома навантаження 1 МПа та швидкість ковзання 1 м/с, а також чому не досліджували матеріали при інших режимах випробування.
4. Розділ 3 (с. 99). Не наведено критерій вибору діапазону вмісту модифікатора «...вмісту у матриці модифікатора 4,4-MDI ($q = 0 \dots 2,5$ мас.ч.)».
7. Відсутність (наявність) порушення академічної доброчесності;

На підставі вивчення тексту дисертації здобувача та його наукових праць встановлено, що дисертаційне дослідження виконано самостійно, текст роботи не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності відповідно до Статті 42 Закону України «Про освіту».

8. Заключна оцінка дисертаційної роботи.

В цілому зазначені зауваження не зменшують наукового рівня роботи та її практичного значення.

Дисертаційна робота Якущенка Сергія Вікторовича із урахуванням актуальності вирішених у роботі задач, наукової новизни отриманих результатів і можливості їх широкого практичного використання є закінченим науковим дослідженням, що характеризується внутрішньою цілісністю та містить наукові положення і практичні результати, реалізація яких дозволяє виготовляти композитні матеріали та захисні покриття на їх основі на рівні світових зразків. Робота виконана на високому науковому рівні.

Наведені в роботі наукові положення, технологічні рішення й узагальнюючі висновки повністю висвітлені у фахових наукових виданнях, пройшли апробацію та були схвалені на численних конференціях і семінарах.

За актуальністю, новизною, практичною цінністю, змістом, якістю оформлення, обсягом, структурою, об'ємом публікацій дисертаційна робота «Закономірності формування модифікованих епокси-поліефірних композитів для підвищення зносостійкості деталей транспортних засобів» здобувача Якущенка Сергія Вікторовича відповідає нормативному змісту та напряму наукового дослідження освітньо-наукової програми Херсонської державної морської академії зі спеціальності 275 – Транспортні технології та вимогам пп. 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України від 06.03.2019 р. № 167), а її автор, Якущенко Сергій Вікторович, заслуговує на присвоєння наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 – Транспортні технології.

Офіційний опонент:

Доктор технічних наук (за спеціальністю
05.14.06 – Технічна теплофізика та
промислова теплоенергетика),
завідувач кафедри фізики та математики
Миколаївського національного університету
імені В.О. Сухомлинського,
професор



Р. В. Дінжос

Підпис д.т.н., проф. Дінжоса Романа Володимировича засвідчую:
Учений секретар Миколаївського національного
університету імені В.О. Сухомлинського,
кандидат філологічних наук, доцент

В. В. Желязкова