

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Стрельченка Владислава Юрійовича

на тему «Розробка антикавітаційних зносостійких полімерних композитів для збільшення ресурсу роботи засобів водного транспорту», подану до захисту на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» у галузі знань 13 «Механічна інженерія»

Актуальність теми роботи.

З розвитком полімерного матеріалознавства вдосконалюються методи підвищення властивостей неметалевих захисних покриттів (введення наповнювачів, пластифікаторів, модифікаторів, ініціаторів). За рахунок незначної собівартості вищезазначених інгредієнтів, перспективним є дослідження впливу дисперсних і волокнистих наповнювачів у вигляді тканин на властивості епоксидних композитних матеріалів. При цьому слід зауважити, що одночасне уведення у полімер дисперсних порошків і армуючих тканин забезпечує синергетику у поліпшенні властивостей епоксидних композитів. Тому, дисертаційна робота Стрельченка Владислава Юрійовича є актуальною і має важливе науково-практичне значення.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Здобувач брав безпосередню участь у виконанні держбюджетної прикладної наукової роботи «Розробка зносостійких модифікованих епоксипластів для ремонту і підвищення надійності морського транспорту та техніки військового призначення» (№ д/р 0123U102016) впродовж 2023-2025р.р. (Наказ МОН України № 232 від 03.03.2023р.). Зазначу, що дана тема має безпосереднє відношення до дисертації здобувача, оскільки вона стосується створення нових композитів на основі епоксидного полімеру і тканин різної фізичної природи. При цьому під час виконання держбюджетної теми розроблено новий епоксипласт з підвищеними показниками зносостійкості і ударної стійкості.

Наукова новизна одержаних результатів.

Наукова новизна містить кілька комплексних напрямків.

По-перше. Розроблено науково-обґрунтований спосіб формування гібридних композитів для морського транспорту, який охоплює їх багатошарове армування тканинами різної фізичної природи з обов'язковим модифікуванням і пластифікуванням епоксидної матриці, внаслідок чого суттєво поліпшуються властивості антикавітаційних матеріалів.

По-друге. Обґрунтовано механізм впливу нано- і мікрочасток на властивості композитів, який полягає у створенні нових хімічних зв'язків з полімером, що поліпшує когезійні властивості композитів.

По-третє. Важливим також є уточнення способу формування гібридного епоксидного композиту, який передбачає послідовне укладання тканин різної природи, оптимізацію кількості шарів і затвердження за розробленою схемою з використанням вакуумної інфузії.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Проведення значної кількості експериментальних досліджень (реологічних, адгезійних, фізико-механічних, теплофізичних, повзучості і зносостійкості) заслуговує значної уваги. До того ж проведення машинного навчання з подальшим моделюванням властивостей матеріалів з високою точністю додатково підтверджує достовірність отриманих результатів.

Проведення широкого спектру експериментальних досліджень з використанням сучасних методик за світовими стандартами дозволило автору проаналізувати процеси, які відбуваються при структуроутворенні композитів. Відповідно подальша інтерпретація і теоретичне обґрунтування отриманих результатів дозволяє констатувати про відповідний рівень роботи.

Практичне значення результатів дослідження.

Розроблений антикавітаційний композит, а також технологію його формування, впроваджено на судні r/v «Med Surveyor». У дисертації наведено акт впровадження, де показано підвищення показників експлуатаційних характеристик деталей водного транспорту. Також матеріали дисертації впроваджено у навчальному процесі при викладанні дисциплін для аспірантів спеціальності 132 «Матеріалознавство» у Херсонській державній морській академії.

Відсутність текстових запозичень без посилання на джерело.

У дисертаційній роботі Стрельченка В.Ю. мною не виявлено некоректного запозичення тексту, ілюстрацій та формул без посилання на літературні джерела. Посилання на літературні джерела у дисертаційній роботі виконано коректно, послідовно. Їх достовірність відповідає наведеному списку використаної літератури. Під час перевірки дисертації програмою TURNITIN спостерігали співпадіння тексту з літературними джерелами у контексті використання відомих методів випробування матеріалів. При цьому автором наведені посилання на відповідні джерела. Отже, порушення академічної доброчесності відповідно до чинного законодавства відсутнє.

Особистий внесок автора. Здобувачем сформульовано прикладні задачі дослідження, сформульовано мету і науково-практичну проблему, яку необхідно вирішити у роботі. Підібрано методи практичних і теоретичних випробувань. Проведено експерименти. Обґрунтовано результати дослідження властивостей матеріалів. Проведено промислове впровадження розробленого матеріалу. Водночас, деякі аспекти теоретичного обґрунтування результатів експерименту та етапи машинного навчання при моделюванні і прогнозуванні властивостей композитів проведено разом з науковим керівником.

Загальна характеристика дисертаційної роботи.

Загальний обсяг роботи – 245 сторінок. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, основних висновків, списку використаної літератури та додатків. Робота викладена на 167-ми сторінках машинописного тексту, містить 58 рисунків, 57 таблиць.

У вступі достатньо повно подана інформація про актуальність вибраної теми щодо створення нових матеріалів для антикавітаційного захисту устаткування водного транспорту, наведено мету та шлях її реалізації під час виконання завдань дослідження, описано наукову новизну та практичну значущість результатів роботи.

Розділ 1. Наведено відомості про полімерні композити, їх структуру і властивості. Показано шляхи використання різного роду полімерів у сучасному транспорті. Описано напрямки їх модифікації, пластифікації і наповнення порошковидними добавками задля покращення довговічності експлуатації полімерів. Велику увагу приділено опису напрямків впровадження антикавітаційних матеріалів та захисних полімерних покриттів на сучасних суднах. Огляд літератури проведено за кілька останніх років з посиланням на конкретні компанії та фірми, які безпосередньо розробляють такі матеріали на сьогодні. У кінці розділу описано недоліки сучасних відомих матеріалів, внаслідок чого поставлено конкретні завдання для вирішення цієї науково-технічної проблеми у роботі.

Розділ 2. Наведено детальну інформацію про складові, призначенні для формування пластифікованої епоксидної матриці. Описано характеристики нано- і мікродисперсних наповнювачів. Показано хімічні та фізичні властивості тканин, призначених для армування пластиків. Описано методи дослідження властивостей матеріалів та технологію їх формування з використанням ультразвукового оброблення та вакуумної інфузії.

Розділ 3. Обґрунтовано, що, особливо важливо, вплив наповнювачів на властивості композитів і проведено порівняльний аналіз такого впливу, виходячи з їх різної дисперсності: мікро- та нанорозмірних діаметрів часток. Окремо досліджено вплив нано- і мікрочасток на реологічні властивості композицій, міцність і ударну в'язкість модифікованих епоксикомпозитів, які доцільно застосовувати у вигляді клеїв при формуванні армованих пластиків.

Встановлено, що введення нанонаповнювачів (0,05 мас.%) призводить до зростання динамічної в'язкості епоксидних композицій. Наносажа викликає більший ефект порівняно з вуглецевими нанотрубками, що пояснюється її схильністю до утворення просторових агрегатів (флокул) за рахунок сил Ван-дер-Ваальса.

Описано механізм впливу наповнювачів на механічні властивості епоксидних композитів, який ґрунтується на двох ключових моделях, що пояснюють різну поведінку нано- та мікрочасток. Для композицій з нанонаповнювачами (НТ, наносажа) домінуючим є механізм утворення та руйнування просторових флокул (модель Bueche-Mewis). Він полягає у спонтанній агрегації часток за рахунок високої питомої поверхні та сил Ван-дер-Ваальса, що приводить до утворення тривимірної мережі. Для композицій з мікронаповнювачами (Cr_2O_3 , SiC) ключовою є модель концентрованих суспензій (Hoffman model), в якій основним чинником є гідродинамічні взаємодії між частками.

Додатково у розділі одержано результати вирішення задачі

прогнозування теплостійкості на основі попередньо заданих значень змінних у вигляді фізико-механічних властивостей матеріалів. Результати моделювання і прогнозування є адекватними, що підтверджено тестами Пірсона та Фішера.

Розділ 4. Показано, що антикавітаційну стійкість композитів необхідно покращувати шляхом застосування армуючих тканин, просочених модифікованою і пластифікованою композицією. Визначено етапи формування композиту, методику укладання тканин, оптимізовано склад композиції просочення та режими формування матеріалу з використанням вакуумної інфузії. Випробовували декілька розроблених композитів за критеріями повзучості і стійкості до дії гідроабразиву. У результаті порівняльного аналізу показників властивостей надано склад матеріалу і технологію його формування, яка відрізняється від відомих світових аналогів.

Зауваження до роботи:

1. Хотілося б уточнити, як проводили перевірку адекватності розроблених у роботі регресійних моделей (п. 3.4, п. 3.5)?
2. Потребують більш детального пояснення методики дослідження повзучості і гідроабразивної зносостійкості матеріалів. Прошу обґрунтувати.

Основні висновки та наукові результати.

У основних висновках наведена констатація вирішеної науково-технічної проблеми ерозійно-кавітаційного руйнування й збільшення довговічності морських транспортних засобів шляхом створення гібридних епоксидних композитів з підвищеною стійкістю до кавітації, повзучості та гідроабразивного зношування. Дану проблему автор вирішив шляхом створення гібридних композитів з багаторівневою структурою (армування тканинами «базальт-вуглець-базальт» та модифікація пластифікованої матриці нанотрубками), внаслідок чого суттєво збільшується термін експлуатації обладнання і підвищується ефективність ресурсозбереження водного транспорту. Висновки і наукові результати є змістовними, відповідають поставленим у роботі завданням.

Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях.

За темою дисертації опубліковано 12 наукових праць, з них 2 статті у базі даних Scopus, 2 статті у фахових виданнях України та 8 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня.

Відповідність дисертації встановленим вимогам.

За своєю вагомістю, науковою новизною, широтою дослідження, достовірністю, вичерпністю узагальнень, висновків і практичних рекомендацій дисертаційна робота Стрельченка Владислава Юрійовича за темою «Розробка антикавітаційних зносостійких полімерних композитів для збільшення ресурсу роботи засобів водного транспорту» відповідає спеціальності 132 «Матеріалознавство» та Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних

зкладах (наукових установах), затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 23 березня 2016 року № 261, Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а здобувач заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» у галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Рецензент:

Доктор технічних наук, професор,
професор кафедри транспортних технологій
та механічної інженерії
Херсонської державної морської академії

Костянтин КЛЕВЦОВ

Підпис Костянтина КЛЕВЦОВА засвідчую:

