

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертаційної роботи Кулініча Андрія Григоровича на тему «Розробка модифікованих полімерних композитів для ремонту транспортних засобів», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 275 «Транспортні технології» з галузі знань 27 Транспорт

Обґрунтування вибору теми дослідження та її зв'язок із планами наукових робіт університету.

Для підвищення ресурсозбереження у промисловості провідних країн світу важливим є застосування новітніх технологій при імпорті та експорті виробленої продукції. У цьому контексті провідним з економічної точки зору є використання не лише нових технологій, але й застосування композитних матеріалів з підвищеними експлуатаційними характеристиками для підвищення ресурсу експлуатації деталей транспортних засобів. Актуальним на сьогодні є розвиток транспортних технологій, що передбачає застосування екологічно чистих матеріалів невисокої вартості з поліпшеними властивостями. У даному контексті виникає необхідність використання полімерних композитів у вигляді захисних покриттів для відновлення і ремонту засобів транспорту. Такі покриття відзначаються довговічністю і зносостійкістю.

Отже, необхідно констатувати про доцільність для захисту транспортних засобів розробляти нові полімерні композитні матеріали, які б у комплексі відзначалися поліпшеними адгезійними, механічними властивостями і стійкістю до спрацювання. Цього досягають введенням модифікаторів, дисперсних наповнювачів різної природи і дискретних волокон за оптимального вмісту. При цьому використання добавок для досягнення високих показників експлуатаційних характеристик засобів водного транспорту є актуальним як з точки зору економічних витрат, так і з боку підвищення надійності експлуатації та зменшення об'єму ремонтних робіт устаткування. Такий підхід актуальний на сьогодні і є вектором досліджень, виконаних у даній дисертаційній роботі. Це дозволило отримати захисні покриття, які доцільно і необхідно використовувати при відновленні деталей машин та механізмів засобів транспорту, особливо річкового і морського.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Здобувач Кулініч Андрій Григорович є співвиконавцем науково-дослідних робіт кафедри транспортних технологій та механічної інженерії Херсонської державної морської академії: «Створення епоксидних нанокompозитних матеріалів із підвищеними експлуатаційними характеристиками» (№ д.р. 0117U002177), «Закономірності створення антикорозійних і зносостійких полімерних нанокompозитів для відновлення засобів водного та наземного військового транспорту» (№ д.р. 0119U103636) та «Дослідження і розробка нових матеріалів та технологій для експлуатації та ремонту засобів транспорту» (№ д.р. 0117U000443 22i/17).

Мета роботи: збільшити ресурс деталей транспортних засобів шляхом підвищення їх стійкості до спрацювання в умовах впливу гідроабразиву

внаслідок використання захисних епоксидних покриттів із наперед заданими властивостями.

Завдання дослідження:

1. Здійснити аналіз проблем сьогодення стосовно підвищення ресурсу роботи засобів транспорту і напрямків їх вирішення за рахунок застосування полімерних композитів та захисних покриттів на їх основі з підвищеною стійкістю до гідроабразивного спрацювання.

2. Підвищити ресурс деталей транспортних засобів внаслідок використання захисних покриттів, при формуванні яких встановлено закономірності впливу модифікатора 4-амінобензойної кислоти, мікродисперсних наповнювачів та дискретних волокон на властивості та структуру матеріалів.

3. Розробити математичну модель, яка враховує оптимізацію вмісту інгредієнтів при формуванні захисних покриттів функціонального призначення.

4. Встановити закономірності взаємозв'язку структури захисних покриттів з їх адгезійними, фізико-механічними, теплофізичними властивостями і стійкістю до гідроабразивного спрацювання за наявності модифікатора, мікродисперсних добавок та дискретних волокон.

5. Розробити рекомендації щодо технології формування і складу модифікованих полімерних композитів з підвищеною гідроабразивною зносостійкістю для ремонту транспортних засобів.

Об'єкт дослідження – процеси збільшення ресурсу деталей транспортних засобів у результаті використання захисних покриттів з підвищеною гідроабразивною зносостійкістю.

Предмет дослідження – показники властивостей захисного покриття, що містить модифікатор, мікродисперсні добавки і дискретні волокна.

Методи дослідження. Методи дослідження адгезійної міцності і залишкових напружень, модуля пружності, руйнівних напружень при згинанні, ударної в'язкості і стійкості до спрацювання в умовах впливу гідроабразиву епоксидних композитів та захисних покриттів. Додатково використано методи дослідження теплофізичних (диференціально-термічний та термогравіметричний аналіз, термічний коефіцієнт лінійного розширення, теплостійкість) властивостей та структури (металографічний мікроскоп моделі XJL-17AT з камерою 130 UMD (1,3 Mega Pixels)) матеріалів. Для оптимізації інгредієнтів у захисному покритті застосовані методи статистичної обробки результатів.

Формулювання наукової задачі, новий розв'язок якої отримано в дисертації. У дисертаційній роботі за даними експериментальних досліджень вирішена науково-технічна задача – підвищення ресурсу роботи устаткування транспортних засобів за рахунок використання розроблених модифікованих полімерних композитів. Вирішення наукової задачі полягає в удосконаленні методу спрямованого і наперед заданого підвищення характеристик композитів за рахунок обґрунтованого керування процесами структуроутворення, що дозволяє збільшити міжремонтний період експлуатації захисних покриттів, призначених для ремонту засобів водного транспорту.

Наукові положення, розроблені особисто дисертантом, та їх наукова новизна.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у наступному.

Удосконалено метод підвищення ресурсу деталей водного транспорту та їх експлуатаційних характеристик внаслідок використання модифікованих полімерних композитів з підвищеною стійкістю до дії гідроабразиву, формування яких передбачає обґрунтоване керування процесами структуроутворення за наявності активних до міжфазової взаємодії інгредієнтів.

Вперше розроблено математичну модель з метою оптимізації вмісту компонентів при формуванні захисних покриттів для відновлення засобів транспорту.

Встановлено закономірності взаємозв'язку структури захисних покриттів з їх адгезійними, фізико-механічними, теплофізичними властивостями за наявності мікродисперсних добавок різної фізико-хімічної природи.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій, які захищаються.

Достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій дисертаційної роботи забезпечені чітким формулюванням та розв'язанням задач з використанням сучасних методів експериментальних випробувань, встановленні закономірностей перебігу фізико-хімічних процесів при формуванні полімеркомпозитних матеріалів та методів математичної статистики; порівнянням отриманих результатів з результатами досліджень інших авторів. За отриманими результатами розроблений новий матеріал та технологічний процес його формування, який впроваджено у навчальному процесі та на підприємстві ТОВ «Судноремонтний завод» м. Маріуполя.

Рівень теоретичної підготовки здобувача, його особистий внесок у розв'язання конкретного наукового завдання. Рівень обізнаності здобувача з результатами наукових досліджень інших учених. Автору належать постановка задачі і вибір методик дослідження. Здобувач приймав безпосередню участь при проведенні та обробці результатів експериментальних досліджень. Обґрунтовано результати дослідження теплофізичних, фізико-механічних випробувань та стійкості до дії гідроабразиву. Сформульовано теоретичні та практичні рекомендації для впровадження розробленого покриття у виробництво.

Здобувачем проаналізовано значний науковий і практичний досвід у напрямку розробки технологій відновлення деталей транспорту полімерними композитами, що висвітлено у працях авторів наукових шкіл під керівництвом П.Д. Стухляка, М.В. Юрженка, Ю.С. Ліпатова, Є.П. Мамуні, Є. Накамури, Л. Сперрлінга, Г. Шарпа. Показано, що актуальним є використання синтезованих і активних до міжфазової взаємодії модифікаторів та порошоків з незначним розміром часток. Враховуючи це, важливим є проведення дослідження стосовно визначення впливу наведених вище інгредієнтів у комплексі з метою поліпшення зносостійкості захисних покриттів.

Наукове та практичне значення роботи. На основі проведених досліджень і отриманих результатів створено нові композитні матеріали і

покриття на їх основі з прогнозованими властивостями для підвищення ремонтно-експлуатаційних характеристик деталей технологічного устаткування засобів транспорту. Розроблено технологічний регламент нанесення покриттів на деталі устаткування, які експлуатують в умовах впливу агресивних агресивних середовищ при динамічних навантаженнях.

Розроблено нові матеріали, методи та способи підвищення стійкості до гідроабразивного спрацювання захисних покриттів, які мають пріоритетний характер і поліпшені властивості порівняно з відомими аналогами. Покриття на основі епоксикомпозитного матеріалу забезпечує високі показники працездатності та придатні для захисту поверхонь конструктивних елементів засобів транспорту від впливу агресивних середовищ. Високу ефективність сформованого покриття підтверджено актами впровадження з метою підвищення експлуатаційних характеристик обладнання та його ремонту.

Використання результатів роботи. Розроблене захисне покриття можна рекомендувати до широкого застосування в галузі не лише водного транспорту, але й у автомобільних чи авіаконструкціях. Розроблений здобувачем метод збільшення ресурсу експлуатації устаткування за рахунок використання захисних покриттів є актуальним і забезпечує підвищення експлуатаційних характеристик, терміну міжремонтного періоду технологічного обладнання, а відповідно, і надійності деталей та є економічно вигідними порівняно з відомими аналогами.

Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок здобувача в публікації.

За темою дисертації опубліковано 14 наукових праць, у тому числі 4 статті у міжнародних журналах та журналах, які входять до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science, 3 статті у фахових виданнях, 7 тез доповідей на наукових конференціях різного рівня.

Статті у наукових фахових виданнях України:

1. Букетов, А.В., Кулініч, А.Г., Гусев, В.М., Сметанкін, С.О., Яцюк, В.М.: Вплив модифікатора 4-амінобензойної кислоти на фізико-механічні властивості епоксидних композитних матеріалів. Вісник ХНТУ. 2 (65), 19–26 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: формування матеріалів для дослідження фізико-механічних властивостей, проведення експерименту та аналіз результатів дослідження).

2. Букетов, А.В., Кулініч, А.Г., Гусев, В.М., Сметанкін, С.О., Яцюк, В.М.: Дослідження адгезійних властивостей модифікованих 4-амінобензойною кислотою полімерних композитних матеріалів. Наукові нотатки. 63, 34–39 (2018). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Google Scholar.* (Внесок дисертанта: формування матеріалів для дослідження адгезійних властивостей і залишкових напружень, проведення експерименту та аналіз результатів дослідження).

3. Букетов, А.В., Гусев, В.М., Кулініч, А.Г., Якущенко, С.В., Житник Д.В.: Оптимізація вмісту інгредієнтів при формуванні захисних покриттів для підвищення ресурсу роботи транспортних засобів. Науковий вісник ХДМА. 2 (23), 58-67 (2020). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних*

Google Scholar. (Внесок дисертанта: розроблення моделі методом математичного планування експерименту).

**Статті у наукових фахових виданнях України,
які входять до міжнародних наукометричних баз даних:**

1. Buketov, A.V., Smetankin, S.A., Akimov, A.V., **Kulinich, A.G.**: Epoxy composite modifications influence on the energy activation's of thermal destruction. *Funct. Mater.* **26**, 403–411 (2019). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi.org/10.15407/fm26.02.403)* (Внесок дисертанта: обговорення одержаних результатів дослідження).

**Статті у наукових виданнях інших держав,
які входять до міжнародних наукометричних баз даних:**

1. Sapronov, O., Buketov, A., Sapronova, A., Sotsenko, V., Brailo, M., Yakushchenko, S., Maruschak, P., Smetankin, S., **Kulinich, A.**, Kulinich, V., Poberezhna, L.: The Influence of the Content and Nature of the Dispersive Filler at the Formation of Coatings for Protection of the Equipment of River and Sea Transport. *SAE Int. J. Mater. Manuf.* **13**, 05-13-01–0006 (2020). *Журнал входить у міжнародну наукометричну базу даних Scopus (doi: 10.4271/05-13-01-0006)* (Внесок дисертанта: обговорення отриманих результатів).

2. Buketov, A.V., **Kulinich, A.G.**, Akimov, A.V., Smetankin, S.O., Gusev, V.N., Levkivskiy, R.N.: Research of activation energy of thermal breakdown of polymer composites modified by 4-aminobenzoic acid. *Compos. Mech. Comput. Appl. An Int. J.* **11**, 99–112 (2020). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1615/CompMechComputApplIntJ.2020030906)* (Внесок дисертанта: формування матеріалів для дослідження ефективної енергії активації, проведення експерименту та аналіз результатів дослідження).

3. Buketov, A.V., Sapronova, A.V., Sapronov, O.O., Buketova, N.M., Sotsenko, V.V., Brailo, M.V., Yakushchenko, S.V., Maruschak, P.O., Panin, S.V., Smetankin, S.O., **Kulinich, A.G.**, Kulinich, V.G.: Influence of the structure of epoxy composite filled with discrete fibers on impact fracture of vehicle parts. *Compos. Mech. Comput. Appl. An Int. J.* **11**, 113–127 (2020). *Журнал входить у міжнародні наукометричні бази даних Scopus та Web of Science (doi:10.1615/CompMechComputApplIntJ.2020031192)* (Внесок дисертанта: обговорення отриманих результатів).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

1. Букетов, А.В., Сапронова, А.В., Лещенко, О.В., **Кулініч, А.Г.**: Аналіз поверхні руйнування нанокompозитних матеріалів методом електронної мікроскопії. Матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Структурна релаксація у твердих тілах». pp. 168–169., Вінниця, 22-24 травня (2018). (Внесок дисертанта: обговорення результатів досліджень).

2. Букетов, А.В., Сметанкин, С.А., **Кулинич, А.Г.**, Амелин, М.Ю.: Анализ процессов термической деструкции модифицированных эпоксикомпозитов. Матеріали VI-ї Міжнародної науково-практичної конференції «Структурна релаксація у твердих тілах». pp. 170–172., Вінниця, 22-24 травня (2018). (Внесок дисертанта: обговорення результатів досліджень).

3. Букетов, А.В., **Кулініч, А.Г.**, Сметанкін, С.О., Яцюк, В.М.: Дослідження енергії активації термічної деструкції полімерних композитів, модифікованих 4-амінобензойною кислотою (4-aminobenzoic acid). Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 100 річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100 річчя з дня смерті) «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій». р. 32., Тернопіль, 22–24 травня (2018). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів дослідження ефективної енергії активації).

4. Букетов, А.В., Сметанкин, С.А., Сапронов, А.А., Юренин, К.Ю., Кулинич, В.Г., **Кулинич, А.Г.**, Безбах, О.Н., Негруца, Р.Ю.: Исследование теплостойкости эпоксидных композитов, модифицированных 4,4-сульфонилбис(4,1-фенилен)бис(N, N – диэтилдитиокарбаматом). Матеріали IV-ої Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології промислового комплексу: базові процесні інновації – 2018». р. 96., Херсон (2018). (Внесок дисертанта: обговорення результатів досліджень).

5. Buketov, A., Smetankin, S., Saproinov, A., Yurenin, K., Kulinich, V., **Kulinich, A.**, Bezbakh, O., Negrutsa, R.: Development of modified epoxy nanocomposite coatings for restoring of transport vehicles. 10th International Conference: Advanced Materials and Technologies. pp. 74., Ninghai, China, 24–26 October (2018). (Внесок дисертанта: обговорення результатів досліджень).

6. Букетов, А.В., **Кулініч, А.Г.**, Негруца, Р.Ю., Амелін, М.Ю., Безбах, О.М.: Вплив модифікатора на фізико-механічні властивості епоксидних композитів. Матеріали – Всеукраїнської наукової конференції «Сучасні технології обробки матеріалів». р. 28., Миколаїв, 1-2 листопада (2018). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів дослідження фізико-механічні властивості епоксидних композитів).

7. **Кулинич, А.**, Гусев, В., Левковский, Р.: Исследование адгезионных свойств модифицированных полимерных композитов. Материалы Международной научной конференции, приуроченной к 70-летию доктора физико-математических наук, профессора Рамазанова Мурата Ибраевича «Теоретические и прикладные вопросы математики, механики и информатики». pp. 189–190., Караганда, 12–13 июня (2019). (Внесок дисертанта: проведення експерименту, аналіз результатів дослідження адгезійних властивостей модифікованих полімерних композитів).

Матеріали дисертації повністю відображено в публікаціях.

На підставі аналізу дисертаційної роботи здобувача, його наукових праць та довідки про наявність запозичень з інших документів (перевірку наявності текстових запозичень здійснено в антиплагіатній інтернет-системі Unicheck.com) встановлено, що дисертаційне дослідження виконано самостійно, текст роботи не містить плагіату, а дисертація відповідає вимогам академічної доброчесності.

Апробація матеріалів дисертації. Основні результати досліджень доповідались і обговорювались на: VI-й Міжнародній науково-практичній конференції «Структурна релаксація у твердих тілах» (м. Вінниця, 2018), Міжнародній науково-технічній конференції «Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій» (м. Тернопіль, 2018), IV-й Міжнародній науково-

практичній конференції «Сучасні технології промислового комплексу: базові процесні інновації – 2018» (м. Херсон, 2018). 10-th International Conference «Advanced Materials and Technologies» (Ninghai, China, 2018), Всеукраїнській науковій конференції «Сучасні технології обробки матеріалів» (м. Миколаїв, 2018), Международной научной конференции «Теоретические и прикладные вопросы математики, механики и информатики» (г. Караганда, 2019).

Оцінка мови та стилю дисертації. Дисертаційна робота викладена професійно, кваліфіковано та грамотно, матеріали логічно систематизовані та графічно оформлені. Зміст, структура, оформлення дисертації та кількість публікацій відповідають вимогам «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою КМУ від 06.03.2019 р. № 167 та Вимогам до оформлення дисертації, затвердженими наказом МОН України від 12.01.2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації»

Відповідність змісту дисертації спеціальності з відповідної галузі знань, з якої вона подається до захисту. За змістом дисертаційна робота А.Г. Кулініча на тему «Розробка модифікованих полімерних композитів для ремонту транспортних засобів» повністю відповідає спеціальності 275 «Транспортні технології». Здобувач у повній мірі виконав освітню та наукову складову третього рівня вищої освіти.

Рекомендація дисертації до захисту. За своєю актуальністю, науковою новизною, обсягом проведеного дослідження, обґрунтованістю, достовірністю, глибиною узагальнень, висновків і практичних рекомендацій, відсутністю порушень принципів академічної доброчесності дисертаційна робота Кулініча А.Г. за темою «Розробка модифікованих полімерних композитів для ремонту транспортних засобів» відповідає вимогам пункту 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою КМУ від 06.03.2019 р. № 167, які пред'являються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня доктора філософії. Враховуючи це, розширене засідання кафедри транспортних технологій та механічної інженерії рекомендує дану роботу до захисту на спеціалізованій вченій раді для здобуття наукового ступеня доктора філософії (PhD) за спеціальністю 275 – Транспортні технології.

Недоліки дисертаційної роботи щодо їх змісту і оформлення.

Принципових недоліків щодо обґрунтування основних положень дисертаційного дослідження не має. Проте, є ряд зауважень: в тексті зустрічаються поодинокі орфографічні та стилістичні помилки, неточні вирази, деякі розділи переобтяжені цифровим матеріалом.

Разом з тим, загальне враження від дисертації позитивне, а зауваження не носять принципового характеру.

Висновок.

Враховуючи актуальність, наукову новизну, обсяг дослідження, обґрунтованість, достовірність висновків і практичних рекомендацій дисертаційна робота Кулініча А.Г. за темою «Розробка модифікованих

полімерних композитів для ремонту транспортних засобів» відповідає нормативному змісту та напрямку 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) і рекомендована до захисту у спеціалізованій вченій раді з наукового напрямку, за яким підготовлено дисертацію.

Рецензент

професор кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння, д.т.н., доцент

Д.Г. Круглий

Рецензент

доцент кафедри інноваційних технологій та технічних засобів судноводіння, к.т.н., доцент

Е.С. Аппазов

