

## РЕЦЕНЗІЯ

рецензента, д.т.н., Субботіної В.В.

на дисертаційну роботу Кобзаря Валерія Леонідовича

**«Визначення закономірностей впливу локальних пошкоджень та температури на дисипативні властивості вуглепластиків»**

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

### **1. Актуальність теми та зв'язок з науковими планами і програмами**

У світі авіаційного будівництва вуглепластик став неодмінною частиною через свої унікальні властивості. Його використання має численні переваги, але й зумовлює деякі виклики.

Однією з ключових переваг є легкість матеріалу. Вуглепластик відомий своєю низькою вагою при високій міцності, що дозволяє зменшити загальну вагу літака та підвищити його показники ефективності. Крім того, матеріал легко приймає будь-яку форму, що дає гнучкість у дизайні конструкцій.

Однак вуглепластик не є бездоганним. Високі витрати на матеріал та процеси виробництва роблять його менш економічно вигідним. Взаємодія з іншими матеріалами може викликати корозійні проблеми.

Важливим аспектом є вивчення дисипативних властивостей вуглепластиків при низьких температурах, оскільки вони застосовуються в рухомих деталях холодних частин авіаційних двигунів. Це дозволяє забезпечити оптимальну ефективність та безпеку в умовах екстремальних температур, зокрема, урахувавши їх вібронапруженість та вібростійкість.

Особливу увагу слід приділити діагностиці пошкоджень. Виявлення внутрішніх пошкоджень вуглепластиків може бути складним завданням через необхідність їх зняття на стенд при використанні звичайних методів дефектоскопії. Тут діагностика за характеристиками коливань може стати перспективним рішенням, спрощуючи процес виявлення дефектів та

забезпечуючи ефективну діагностику стану деталей стержневого типу з вуглепластиків.

Враховуючи вищезазначене, дисертаційна робота Кобзаря В.Л. є актуальною.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами**

Виконання дисертаційної роботи здійснювалось при проведенні наукових досліджень інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України. «Розробка методів забезпечення демпфівальної здатності сучасних машинобудівних конструкцій як критерію їх функціональної роботоздатності в екстремальних умовах експлуатації», ДР 0122U200380. 2022 – 2023р.; «Розробка науково-обґрунтованих підходів вибору оптимальних параметрів інтегрованих технологій зміцнення поверхонь деталей об'єктів техніки по критеріям адгезійної міцності та демпфуючої здатності», ДР 0112U002178. 2020 – 2021р.; «Розробка методів вібраційної діагностики локальних неоднорідностей неконсервативних механічних систем складної структури за характеристиками їх коливань», ДР 0122U002060. 01.01.2022– 01.12.2026.

## **3. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації**

Робота Кобзаря В.Л. є завершеною науковою роботою, містить дві анотації – українською та англійською мовами, вступ, п'ять розділів, висновки, список літератури і додаток.

Дисертація присвячена вирішенню науково-практичної задачі визначення дисипативних властивостей багат шарових вуглепластиків в умовах різних температур та за умови пошкодження локальної ділянки.

Об'єктом дослідження є вимушені та вільні згинні коливання зразків з композитного матеріалу з локальними пошкодженнями та за різних температур.

Предметом дослідження є закономірності впливу локального пошкодження та температури на вібраційні характеристики пружних тіл з композитного матеріалу при вимушених та вільних згинних коливаннях в області основного резонансу.

Вивчення дисертації та публікацій Кобзаря В.Л. дає підстави до висновку що наукові положення пропозиції та висновки є обґрунтованими та достовірними, що забезпечується застосуванням широкого спектру загальнонаукових і спеціальних методів наукового дослідження, які концептуально дають змогу дослідити зміну дисипативних властивостей вуглепластику в широкому діапазоні амплітуд коливань, температур а також за умови нанесення штучного імітаційного пошкодження шляхом квазістатичного продавлювання та удару.

Під час дослідження використовувалися методи визначення дисипативних властивостей з максимально можливим виключенням чинників що призводять до витоку енергії коливань за межі коливальних систем. Застосування цифрової обробки і автоматизації експерименту дозволило отримати і зберегти значний масив експериментальних даних.

На підставі детального ознайомлення зі змістом дисертації Кобзаря В.Л. можна стверджувати що структура роботи логічна, послідовна і дозволяє у значній мірі вирішити відповідні задачі та досягти поставленої мети.

В дисертації автором представлені результати досліджень дисипативних та пружних властивостей багат шарового вуглепластику Т300 з полімерною епоксидною матрицею в діапазоні що перебиває очікуваний діапазон робочих температур. Показано порушення монотонності зміни дисипативних властивостей як при низьких температурах  $-50^{\circ}\text{C}$  так і при температурі склування полімерної матриці близько  $125^{\circ}\text{C}$ . Модуль пружності при цих температурах змінюється скачкоподібно.

Додатково було встановлено, що для односпрямованого вуглепластику спостерігається зростання амплітудної залежності дисипативних властивостей зі збільшенням температури.

Показано що ампліудна залежність дисипативних властивостей багат шарового вуглепластика Т300 значно змінюється за наявності одиночного локального пошкодження яке займає менше 10% об'єму зразка .

*Висновки*, сформульовані у роботі, висвітлюють результати дослідження як вирішення висунутих в дисертації завдань. В цілому висновки відповідають вимогам, які висуваються до результатів дисертаційного дослідження на здобуття наукового ступеня доктора філософії.

*Список літератури* досить широко охоплює предметне поле дослідження, певною мірою відображає опрацювання автором значної кількості вітчизняних та іноземних джерел.

*Додаток* містить інформацію про практичне впровадження результатів дисертації.

#### **4. Наукова новизна одержаних результатів**

Дисертація містить наукову новизну, з найбільш суттєвих доробок роботи можна назвати:

- адаптовано існуючі методики для визначення дисипативних характеристик композиційних матеріалів, зокрема багат шарових та односпрямованих вуглепластиків;

- показано, що в багат шарового вуглепластика Т300 з полімерною епоксидною матрицею існує пік дисипативних властивостей при температурі  $-50^{\circ}\text{C}$ , вираженість якого зменшується із ростом кількості укладених шарів, показано, що за низької температури підвищення дисипативних властивостей вуглепластиків не супроводжується зменшенням модуля пружності, що дозволяє використовувати їх в елементах конструкцій, які працюють при динамічних навантаженнях. Також показано, що у діапазоні температури  $120...135^{\circ}\text{C}$  деградація пружних властивостей композиційного матеріалу супроводжується зростанням на порядок логарифмічного декременту коливань, а при перевищенні температури склування спостерігається монотонне зменшення;

- вперше встановлено закономірності впливу локальних пошкоджень на характер приросту дисипативної здатності багат шарового вуглепластика та амплітудної залежності логарифмічного декременту коливань. Встановлено межі ефективного застосування характеристик розсіювання енергії як вібродіагностичної ознаки локального пошкодження консольних конструктивних елементів;

- вперше для багат шарового вуглепластика акустична емісія була використана як статистична характеристика, за якою встановлювалася ступінь пошкодження локальної ділянки (об'єму) при внесенні штучного пошкодження;

- вперше встановлено закономірності залежності логарифмічного декременту коливань консольних зразків з локальним пошкодженням для різних частот коливань;

- вперше проведено порівняння зміни дисипативних властивостей внаслідок локального пошкодження з температурними змінами дисипативних властивостей для багат шарового вуглепластика Т300 саржевого плетіння для вирізу вздовж утоку та основи.

## **5. Достовірність отриманих результатів та висновків**

Достовірність отриманих результатів забезпечується, по-перше, співпадінням отриманих характеристик дисипативних властивостей типових матеріалів під час тестових експериментів з характеристиками, представленими в літературі, які були отримані на функціонально схожих експериментальних установках. По-друге, це досягається за допомогою багаторазових циклів вимірювань та визначення чисельних характеристик за різними методами.

## **6. Практична цінність одержаних результатів та рекомендації щодо їх подальшого використання**

Отримані результати дослідження розкривають особливості впливу низьких і високих температур, а також локального пошкодження стержневих елементів, виготовлених із багатошарового вуглепластика, на параметри вимушених і вільних згинних коливань. Ці висновки можна використовувати при виборі вібродіагностичних показників для виявлення пошкоджень в різних елементах конструкцій типу балок.

## **7. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладення наукових положень та результатів в опублікованих працях**

Дисертація виконана з дотримання вимог академічної доброчесності, отримані результати дають підстави говорити про оригінальність роботи. У тексті містяться авторські ідеї, не виявлено використання ідей інших науковців без посилання на їх роботи.

Основні ідеї автора та результати дослідження викладено у чотирьох фахових статтях, двох закордонних статтях, двох стаття у інших наукових українських виданнях. Апробація роботи відбулася на чотирьох міжнародних науково технічних конференціях.

## **8. Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи**

Недостатньо описано метод за яким отримано мінімальний вплив тертя у закріпленні зразка на характеристики розсіювання енергії в матеріалі його робочої частини та як була забезпечена стабільність затискної сили при різних температурах.

У розділі 5 не приведено метод розв'язку нелінійного диференційного рівняння.

Для приведеної у розділі 5 математичні моделі коливальної системі відсутня методика за допомогою якої можна обрати коефіцієнти рівняння. Це б підвищило практичне значення отриманих результатів.

Для більш коректного співставлення результатів дослідження для характеристик локального пошкодження багат шарових вуглепластиків ударом доцільно було б визначити відносний об'єм пошкодження досліджуваного зразку.

З приведеної на рис. 5.1 схеми копра для створення низькошвидкісного ударних пошкоджень видно, що в ньому відсутній механізм захвату масивного тіла після пружного відскоку.

Подекуди у роботі спостерігаються певні стилістичні помилки та пунктуаційні огріхи, які в цілому, проте, не впливають на зміст.

В цілому проблематика дисертаційного дослідження вимагає подальшої розробки, в тому числі задля подолання зазначених зауважень та недоліків, які не знижують оригінальності та самоцінності проведеної роботи і не можуть негативно вплинути на загальну позитивну оцінку теоретичного рівня та практичної значущості результатів дисертаційної роботи Кобзаря В.Л.

## 9. Висновки

Дисертаційна робота Кобзаря В. Л. є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить науково-обґрунтовані результати, має наукову новизну та дає перспективи подальших досліджень. Тема дослідження відповідає галузі знань 13 – «Механічна інженерія» та спеціальності 132 – «Матеріалознавство».

Отже, враховуючи актуальність теми, отримані результати та певну практичну значущість вважаю, що дисертаційна робота Кобзаря Валерія Леонідовича «Визначення закономірностей впливу локальних пошкоджень та температури на дисипативні властивості вуглепластиків» відповідає вимогам 6, 7, 8, 9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціальної вченої ради Закладу вищої освіти, наукової

установи про присудження ступеня доктора філософії» від 12.01.2022 р. № 44 та вимогам до оформлення дисертації МОН України від 12.01.2017 № 40, а її автор, Кобзар Валерій Леонідович, заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 132 «Матеріалознавство».

Рецензент

доктор технічних наук,

завідуюча кафедрою «Матеріалознавство»

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»



Валерія СУББОТІНА

Підпис *Валерія Субботіна*  
ЗАСВІДЧУЮ:  
ВЧЕНИЙ СЕКРЕТАР  
НАЦІОНАЛЬНОГО-ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
*25.01.2024 р.*

ЗАЙЦЕВ Ю.І.