

ВІДГУК

офіційного опонента

Бовсуновського Анатолія Петровича

на дисертаційну роботу Кобзаря Валерія Леонідовича

«Визначення закономірностей впливу локальних пошкоджень та температури на дисипативні властивості вуглепластиків»,
представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 132 – Матеріалознавство

Актуальність теми

Використання композитних матеріалів на основі вуглецевого волокна на повсякчас зростає в різних галузях промисловості, зокрема в авіаційному виробництві. Це обумовлено високими вимогами до міцності та стійкості до динамічних навантажень, а також обмеженнями на масу виробів. Вуглепластики виходять на перший план завдяки таким показникам, як відносно висока питома міцність, низька вага та корозійна стійкість. Застосування композитних матеріалів дозволяє створювати більш ефективні та легкі деталі для авіаційних двигунів, що сприяє покращенню їх продуктивності та показникам паливної економічності.

В той же час у складних багатошарових конструкціях виникає необхідність використання методів контролю та діагностики для вчасного виявлення можливих внутрішніх дефектів. Високі динамічні навантаження на рухомі деталі авіадвигунів роблять важливим визначення та обмеження вібронпруженості, що прямо залежить від дисипативних властивостей матеріалу деталей. Отже, важливо мати достовірні дані щодо дисипативних властивостей конструкційних матеріалів у діапазоні робочих температур. Зокрема для вуглепластиків з органічним наповнювачем, враховуючи можливі фазові переходи, визначення дисипативних властивостей в усьому діапазоні температур є особливо актуальним..

У зв'язку з цим дисертаційна робота Кобзаря Валерія Леонідовича, спрямована на вирішення науково-практичної задачі визначення дисипативних властивостей багатошарових вуглепластиків в умовах різних температур та за умови

пошкодження локальної ділянки, є актуальною.

У дисертаційній роботі поставлена науково-технічна задача удосконалення методики вимірювання дисипативних властивостей композитів при поперечних коливаннях. Використання даної методики для отримання нових даних за умов чистого згину, які можуть бути використані як довідкові для оцінки вібронапруженості деталей машин за умови роботи в різних температурах, так і для побудови більш реалістичних чисельних моделей в частині, що стосується задаваних у моделях дисипативних властивостей.

Тема пов'язана з виконанням науково-дослідних робіт Інституту проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України. Здобувач брав участь у науково-дослідних роботах:

1) «Розробка методів забезпечення демпфувальної здатності сучасних машинобудівних конструкцій як критерію їх функціональної роботоздатності в екстремальних умовах експлуатації», ДР 0122U200380. 2022 – 2023р.. Участь автора – виконавець;

2) «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.. Участь автора – виконавець;

2) «Розробка методів вібраційної діагностики локальних неоднорідностей неконсервативних механічних систем складної структури за характеристиками їх коливань», ДР 0122U002060. 01.01.2022– 01.12.2026. Участь автора – виконавець.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Положення та висновки, наведені в дисертаційній роботі Кобзаря В.Л., є в достатній мірі обґрунтованими. Обґрунтованість наукових положень, висновків базується на використанні відомих і ретельно апробованих методів визначення дисипативних властивостей матеріалів за характеристиками згасаючих коливань та імітаційного моделювання.

Дослідження виконані з використанням математичного апарату та сучасного

комп'ютерного моделювання. Результати досліджень перевірені шляхом проведення чисельних експериментів, що підтверджує обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі.

Достовірність результатів досліджень.

Достовірність результатів експериментальних досліджень підтверджується використанням апробованих методик, а також відповідністю отриманих результатів з довідковими даними.

До основних нових наукових результатів дисертації слід віднести наступне:

- 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°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 його монотонне зменшення;

- 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;

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

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

- 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.

Значимість отриманих результатів для науки і практичного використання.

Запропоновано та експериментально обґрунтовано методику визначення амплітудних залежностей дисипативних властивостей композитних матеріалів при згинальних коливаннях.

Практична цінність отриманих результатів полягає у використанні результатів досліджень на ДП «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя).

Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Результати досліджень опубліковані у 8 роботах, серед яких 4 статті – у фахових наукових журналах, які внесені до міжнародних наукометричних баз даних (Scopus, Web of Science) та 4 тези доповідей на конференціях.

Участь здобувача у роботах, що опубліковані у співавторстві зазначена у дисертаційній роботі.

Опубліковані матеріали повністю відображають зміст дисертації та відповідають вимогам пункту 8 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертаційна робота Кобзаря В.Л. складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел, 2 додатків.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, показана її наукова і практична цінність, сформульовані мета і задачі дослідження, які необхідно вирішити для її досягнення, описано зв'язок дисертації з науковими планами та темами, приведена апробація дисертаційної роботи і публікації.

У *першому* розділі проведено аналіз методів дослідження та моделювання пошкоджень композитних матеріалів та елементів конструкцій. Додатково проведено огляд літератури щодо можливості застосування акустичної емісії для чисельної оцінки пошкоженості композитного матеріалу.

У *другому* розділі проведено огляд відомих методик експериментального визначення дисипативних властивостей матеріалів та стрижневих елементів. Обґрунтовано вибір методики вільних затухаючих коливань.

В *третьому* розділі проведено дослідження демпфіруючої здатності композитних матеріалів в умовах низької та підвищеної температури.

В *четвертому* розділі проведено дослідження впливу статичного продавлювання локальної ділянки на амплітудно-залежне розсіювання енергії в багатошарових композитах. Чисельна оцінка пошкоженості визначалась за параметрами акустичної емісії.

В *п'ятому* розділі проведено дослідження впливу низькоенергетичного удару по локальній ділянці зразка на амплітудно-залежне розсіювання енергії в багатошарових композитах.

Висновки до розділів та за результатами роботи сформульовані чітко та відповідають змісту дисертаційної роботи.

Список використаних джерел із 168 найменувань досить повний і включає вітчизняні та зарубіжні публікації.

Анотація відображає основний зміст дисертації та достатньо повно розкриває наукові результати та практичну цінність роботи.

Академічна доброчесність

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях, у яких висвітлені основні наукові результати дисертації, не виявлено.

Усі результати, які винесено автором на захист, отримані самостійно і

містяться в опублікованих роботах. У роботах, опублікованих у співавторстві, використані тільки ті ідеї, положення та розрахунки, які є результатом особистих наукових пошуків.

По дисертаційній роботі можна зробити наступні зауваження:

1. Методики визначення логарифмічного декременту коливань, використані в роботі, передбачають жорстке защемлення зразків, що є проблематичним для зразків з композитних матеріалів. Разом з тим робота не містить оцінки можливих додаткових втрат енергії в защемленнях, які впливають на погрішність експерименту.

2. В роботі не наведена оцінка погрішності експериментального визначення логарифмічного декременту коливань зразків з композитних матеріалів.

3. Логарифмічний декремент коливань є відносною характеристикою дисипативних властивостей матеріалу. Порівняльний аналіз цих властивостей є коректним лише за умови незмінності енергії деформації зразків. Зазначена умова в ході проведення експериментів не виконується, оскільки модуль пружності матеріалів в дослідженому температурному діапазоні змінюється приблизно на 70%. Укорочення зразків з метою змінити їхню частоту також призводить до зміни енергії деформації зразків. Неврахування зміни енергії деформації впливає на кількісну оцінку зміни демпфіруючої здатності зразків.

Разом з тим, вказані недоліки не впливають на загальну позитивну оцінку виконаної роботи. Дисертація є актуальною і має високу наукову цінність та практичну значення.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Кобзаря В.Л. «Визначення закономірностей впливу локальних пошкоджень та температури на дисипативні властивості вуглепластиків» за своїм змістом відповідає спеціальності 132 – Матеріалознавство.

Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливу науково-практичну задачу адаптації методик визначення амплітудної залежності дисипативних властивостей матеріалів до багат шарових композитів та

односпрямованих вуглепластиків, застосування цих методик для визначення дисипативних властивостей композитних матеріалів за умов низьких та підвищених температур та локального об'ємного пошкодження.

Подана дисертаційна робота «Визначення закономірностей впливу локальних пошкоджень та температури на дисипативні властивості вуглепластиків» Кобзаря В.Л. відповідає спеціальності 132–«Матеріалознавство», відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, а саме вимогам пунктів 6, 7, 8 і 9 Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії, затвердженого Постановою КМУ від 12.01.2022 р. №44, а здобувач Кобзар Валерій Леонідович заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 132 – Матеріалознавство.

Офіційний опонент

Професор кафедри теплової та
альтернативної енергетики, НН ІАТЕ,
НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського

д.т.н., професор

27.01.2024

