

ВІДГУК
офіційного опонента

на дисертаційну роботу Войтовича Леоніда Володимировича «Дослідження напружено-деформованого та граничного станів прозорих композитів (склопластиків) із геометричними концентраторами поляризаційно-оптичним методом», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

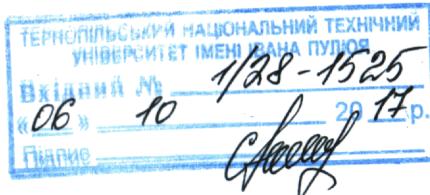
Актуальність теми дослідження. Відомо що прозорі композитні матеріали (склопластики) мають широке застосування в авіації, морському транспорті, медицині, космонавтиці тощо. Це зумовлено їх високими технологічними властивостями та можливістю застосування у корозійних умовах. Проте, одним з обмежень ширшого використання таких матеріалів є порівняно низька тріщиностійкість, яка вимагає попереднього оцінювання напружено-деформованого стану конструкцій зі склопластиків, особливо за наявності концентраторів напружень.

Коректне оцінювання напружено-деформованого стану конструкцій зі склопластиків є запорукою створення нових конструктивних елементів. На даний час існує значна кількість методів оцінювання напружено-деформованого стану зразків та конструкцій. Проте, одним із основних експериментальних методів механіки деформівного твердого тіла є поляризаційно-оптичний метод (метод фото пружності), застосування кого дозволяє визначити розподіл напружень і деформацій в околі концентратора, за картиною ізохроматичних смуг, без додаткової обробки експериментальної інформації.

Саме тому, актуальною проблемою є підвищення ефективності та функціональні можливості поляризаційно-оптичного методу шляхом його розвитку для визначення напружено-деформованого та граничного станів склопластиків.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконана кафедрі технології та обладнання зварювального виробництва у відповідності до науково-дослідних програм і тематичних планів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Починаючи з 2005 року і включно до 2017 року автор дисертаційної роботи був виконавцем 3-х держбюджетних наукових тем, які відповідають напряму дослідження.

Мета роботи полягає у вирішенні наукової задачі – підвищення достовірності оцінювання напружено-деформованого та граничного станів склопластиків на основі розвитку поляризаційно-оптичного методу. Аналіз результатів дисертаційних досліджень вказує на досягнення зазначеної мети роботи.



Наукова новизна роботи полягає в наступному:

- розвинуто поляризаційно-оптичний метод визначення напруженодеформованого стану для склопластиків (в'язкопружних конструктивно-ортотропних середовищ);
- вперше отримано значення КІН для тріщин у склопластику, що знаходяться поруч із отворами та виходять на їх контур;
- визначено напружений стан склопластиків із геометричними концентраторами за динамічного навантажування на основі вдосконаленого поляризаційно-оптичного методу;
- вперше одержано значення КІН для тріщини в околі центрального отвору у пластині з склопластику за імпульсного навантаження;
- встановлено основні закономірності руйнування елементів конструкцій із склопластику, з геометричними концентраторами.

Практична цінність роботи підтверджується її загальною спрямованістю на вдосконалення поляризаційно-оптичних методів дослідження прозорих композитів (склопластиків) із геометричними концентраторами, зокрема й за динамічного навантажування. Встановлено основні закономірності руйнування низки натурних елементів конструкцій із склопластику, які містять геометричні концентратори.

Отримані в роботі результати мають значну практичну цінність, оскільки вони застосовуються:

- у ДП “Антонов” – дані про напружене деформований стан та руйнування в'язкопружних композитних матеріалів в умовах довготривалого навантаження (акт про реалізацію дисертаційної роботи від 14.04.2015 р.);
- у ДП “Автоскладальний завод № 1” ПАТ “Автомобільна компанія Богдан Моторс” (акт впровадження № 421/01-25 від 21.07.2014 р.) – результати дослідень з фотопружного моделювання нестационарних задач механіки руйнування.

Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації і їх достовірність та новизна.

Обґрунтованість наведених в дисертації наукових положень та висновків базується на успішному визначенні перспективних напрямів вирішення сформульованої проблеми, виборі адекватних методів досліджень, комплексним характером експериментів, сучасними математичними методами обробки їх результатів. Адекватність розглянутих в дисертації методів підтверджується в ряді випадків відповідністю отриманих з їх допомогою результатів для тестових зразків зразків або за їх порівняння з відомими підходами. Достовірність результатів дослідження також підтверджується відомими положеннями механіки

деформівного твердого тіла.

Оцінка змісту дисертації.

Робота складається зі вступу, 5 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (200 найменувань) та додатків. Загальний обсяг роботи становить 159 сторінок. Вона містить 42 рисунки та 13 таблиць.

У **вступі** обґрунтовано актуальність і мету роботи, відзначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів, їх достовірність, коротко викладено основні результати роботи і подано інформацію про апробацію, структуру та обсяг роботи.

- **в першій частині** подано огляд проблем, існуючі методи визначення напружено- деформованого стану (НДС) та граничного стану ізотропних та анізотропних діелектриків.

- **в другій частині** узагальнено відомі і розроблені автором експериментальні методики дослідження прозорих композитів. Описано методичні аспекти експериментальних досліджень, подано характеристики випробувальної установки.

- **третя частина** містить основні результати застосування поляризаційно-оптичного методу для дослідження в'язкопружних конструктивно-ортотропних тіл. Наведено та узагальнено отримані значення КІН для тріщини в прозорому композиті (склопластику) та КІН в околі контурних тріщин в ортотропній пластині за даними фотопружних вимірювань.

- **у четвертій частині** оцінено динамічний напружено-деформований стан прозорих композитів (склопластиків), зокрема пластин із центральним круговим отвором та тріщиною за імпульсного навантаження.

- **у п'ятій частині** визначено граничний стан деяких конструктивних елементів із прозорих композитів (склопластиків), які містять геометричні концентратори, встановлено основні закономірності руйнування ортотропних пластин із круговими (еліптичними) отворами та тріщинами (симетричним, радіальними) біля отворів при імпульсному навантаженні.

У **висновках** сформульовано основні наукові результати дисертаційної роботи.

Таким чином, автор структурував та систематизував наукову задачу, сформульовану в дисертації, що дозволило її успішно вирішити.

Дисертаційна робота є завершеною науковою роботою, за структурою, мовою і стилем написання відповідає вимогам МОН України, які ставляться до кандидатських дисертацій.

Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації, аналіз автореферату.

Основні результати дисертаційної роботи в достатній мірі опубліковано в 18 публікаціях, зокрема 16 – статей, 2 – тези конференцій. Загалом 8 публікацій відповідають вимогам МОН України щодо публікації результатів дисертаційних робіт у фахових наукових виданнях. 4 статті [2-5] опубліковані у виданнях України, які включені до міжнародної науково метричної бази (SCOPUS). Основні наукові положення і висновки, які представлені в дисертації та авторефераті, ідентичні між собою. Автореферат повністю відображає актуальність роботи, зміст і суть одержаних наукових результатів, їх практичне значення, детально виокремлює особистий внесок здобувача та демонструє апробацію результатів.

Проте, є кілька зауважень по дисертації та автореферату, зокрема:

1. В роботі розглянуто низку зразків різної форми, було б бажано обґрунтувати передумови їх вибору та зазначити, чи відповідають вони реальним експлуатаційним дефектам в конструкціях зі склопластиків ?
2. Було б бажано дещо докладніше описати схеми навантажування зразків, с. 83, 91, 97, 110, 113, яке саме обладнання використано, вказати параметри, що контролювали під час експериментів, які саме дані записували. Крім того бажано уточнити кількість зразків, використаних для кожного експерименту.
3. Було б бажано зазначити яким чином визначали точність оцінювання НДС в околі концентраторів ? Слід також зазначити яка похибка одержаних результатів, чи порівнювали їх з даними інших авторів для окремих часткових випадків ?
4. На рис. 4,8; 4,9; 5,6 подано кінограми ізохроматичних смуг, одержані за динамічного навантажування зразка. Необхідно уточнити, якою була швидкість зйомки (кількість кадрів за секунду) ?
5. За динамічного навантажування склопластиків, ст. 117, одержано низку залежностей швидкості руху тріщини від КІН та часу руйнування. Ці залежності є нелінійними та мають точки перегину. Було б бажано дати фізико-механічне пояснення цих явищ та зазначити яким саме методом проводили апроксимацію експериментальних даних.
6. Автором встановлено (розділ 5) відмінність механізмів руйнування склопластиків за статичного та динамічного навантажень. Слід зазначити для якого діапазону швидкостей навантажування одержано ці результати та дати їм коротке фізичне тлумачення.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Загалом, дисертаційна робота **Войтовича Леоніда Володимировича** «*Дослідження напружено-деформованого та граничного станів прозорих композитів (склопластиків) із геометричними концентраторами поляризаційно-оптичним методом*», яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 01.02.04. – механіка деформівного твердого тіла, є завершеною науковою працею, в якій вирішено наукову задачу підвищення точності оцінювання напружено-деформованого та граничного станів прозорих композитів (склопластиків) із геометричними концентраторами поляризаційно - оптичним методом за динамічних навантажень.

Робота відповідає вимогам паспорту вказаної спеціальності, а також чинним вимогам п.п. 9, 10, 12, 13 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, а здобувач заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри автоматизації
технологічних процесів та виробництв
Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пуллюя,
доктор технічних наук, професор

П.О. Марушак

Підпис д.т.н., проф. Марушака П.О. засвідчує
Проректор з наукової роботи Тернопільського національного
технічного університету імені Івана Пуллюя,



Р.М. Рогатинський