

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Рудяка Юрія Ароновича

"Оптичні експериментально-розрахункові методи визначення напружено-деформованого та граничного станів прозорих діелектриків",
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю
01.02.04 - механіка деформівного твердого тіла

1.Актуальність. Роль експериментальних, а особливо оптичних, методів механіки деформованого твердого тіла у дослідженні напружено-деформованого, а також граничного станів елементів машин та конструкцій постійно зростає, незважаючи на значні успіхи аналітико-чисельних методів. Це пов'язано з унікальними можливостями, які надають саме експериментальні методи для оцінки реальної картини механічного стану деталей машин та елементів конструкцій, які перебувають під певним комплексним впливом силових факторів, із врахуванням наявних геометричних і технологічних концентраторів, а також фізичних чинників (температури, вологості, радіації). Адже весь цей досить складний, реально існуючий комплекс механічних та фізичних факторів досить складно абсолютно повно врахувати, використовуючи лише аналітико-чисельні методи. Існуючі оптичні експериментальні методи механіки твердого тіла дозволяють вирішувати широке коло задач інженерної практики. Але деякі з них (традиційна фотопружність із більшістю її модифікацій) орієнтовані більшою мірою на моделювання, інші, такі, як спекл-інтерферометрія, голографічна інтерферометрія, досить складні в експериментальній реалізації. Крім того, інтерференційні оптичні методи механіки, безпосередньо визначають не окремо квазіголовні напруження та деформації, а лише їх лінійні комбінації і потребують додаткових експериментальних або чисельних досліджень для розділення вказаних величин. Це ускладнює вирішення інженерних задач. Тому

розробка нових методів, які працюють, використовуючи інші зв'язки механічних та фізичних параметрів, ніж існуючі, і дозволяють відразу одержувати квазіголовні напруження та деформації, є дуже важливою.

Тому дисертаційна робота **Рудяка Ю.А.**, у якій запропоновано нові оптичні методи (поглинання і дифузного поверхневого розсіювання), а також критерій граничного стану діелектриків, є актуальною.

Мета роботи присвячена вирішенню наукової проблеми - підвищення ефективності та функціональних можливостей експериментальних досліджень шляхом розробки експериментально-розрахункових оптичних методів визначення напружено-деформованого та граничного станів прозорих діелектриків на основі аналізу параметрів тензора діелектричної проникності.

Для досягнення мети дисертантом вирішено низку завдань, зокрема:

- розроблено метод визначення НДС, який використовує п'єзооптичний ефект поглинаючого середовища (метод поглинання);
- запропоновано метод визначення НДС, який використовує ефект дифузного поверхневого розсіювання (метод дифузного поверхневого розсіювання);
- розроблено та реалізовано моделі оптичних датчиків деформацій поверхні, які працюють на ефекті дифузного поверхневого розсіювання;
- запропоновано фізико-математичний критерій практичного стану діелектриків;
- модифіковано поляризаційно-оптичний метод для дослідження елементів машин та конструкцій з тріщинами, виготовлених із оптично малочутливих матеріалів;
- досліджено НДС та граничний стан багат шарових структур із тріщинами за низьких температур.

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

Робота виконана у рамках низки госпдоговірних, бюджетних тем, а також цільової комплексної програми наукових досліджень НАН України, у яких дисертант був виконавцем та відповідальним виконавцем.

Ці теми безпосередньо стосуються об'єкту та предмету досліджень дисертанта.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх достовірність і новизна.

Основні результати і загальні висновки одержано за сумісного використання експериментальних та аналітичних досліджень, які базуються на положеннях механіки суцільного середовища та механіки руйнування, сучасних уявленнях про фізику процесу взаємодії світла з середовищем, базових рівняннях зв'язку параметрів тензора діелектричної проникності та напружено-деформованого стану. При цьому застосовано методи об'ємної та мікрозональної фотопружності. Одержані у роботі експериментальні результати порівнювались із даними інших авторів, одержаними як експериментально, так і теоретично.

4. Найважливішим науковим результатом роботи вважаю нові експериментально-розрахункові оптичні методи визначення НДС - методи поглинання та дифузного поверхневого розсіювання, а також фізико-механічний критерій граничного стану діелектриків - критерій тензора діелектричної проникності. Запропоновані методи та критерій є суттєвим вкладом у підвищення ефективності вирішення задач інженерної практики.

5. Важливим науковим результатом є модифікований поляризаційно-оптичний метод для дослідження об'єктів, виготовлених із оптично малочутливих матеріалів. Метод надав можливість провести комплекс досліджень НДС триплексів із геометричними та технологічними концентраторами.

6. Значимість для науки результатів, отриманих автором.

Вперше запропоновано нові оптичні методи (поглинання та дифузного поверхневого розсіювання), які працюють, використовуючи інші фізичні явища для визначення НДС, ніж відомі групи оптико-геометричних та інтерференційних методів стосовно експрес-аналізу НДС об'єктів. Крім того, датчики деформацій поверхні, які працюють на ефекті дифузного поверхневого розсіювання, мають порогову чутливість, на порядок вище тензометрії.

7. Значимість для практики результатів, одержаних автором.

Практична значимість полягає у застосуванні модифікованого поляризаційно-оптичного метода та запропонованого фізико-механічного критерія для визначення НДС та граничного стану гомогенних та гетерогенних триплексів. Крім того, одержані чисельні значення для величин КІН разом із розробленим критерієм граничного стану, надали можливість оцінити запас міцності газопроводів та газорегуляторних установок УГРШТ та ПГРШ (ТОВ "ТеХС", м.Тернопіль, акт впровадження №4/21 від 17.04.2014) та корпусів газорегуляторних фільтрів шафогово типу (ТОВ "ТОПАЗ*99", м.Харків, акт впровадження №5/17 від 23.05.2014). Одержані результати з руйнування органічного та неорганічного силікатного скла, розрахунку НДС та оцінки граничного стану триплексів передані для використання в Департамент агропромислового розвитку Тернопільської ОДА.

8. Повнота викладу матеріалів дисертації в опублікованих працях.

Основні результати дисертаційної роботи у повному обсязі висвітлено в опублікованих наукових працях автора та апробовано на науково-технічних конференціях та семінарах. Зміст автореферату і опублікованих наукових праць повністю розкривають суть роботи, висновки і рекомендації мають велике значення для науки та інженерної практики. Матеріал дисертаційної роботи викладено логічно, всі розділи взаємопов'язані між собою і повністю розкривають поставлену мету.

9. Мова та стиль дисертації

Дисертаційна робота написана на високому науково-методологічному рівні, що сприяє її сприйняттю. Тема і зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 01.02.04 - механіка деформівного твердого тіла.

10. Зауваження по дисертації

Є ряд зауважень по *дисертаційній роботі та автореферату*

По дисертації:

1. Запропонований автором метод поглинання, описаний у розділі 3, базується на рівняннях Максвелла та Неймана, проте не сказано про феноменологічний характер цих рівнянь.
2. На рис. 3.4 наведено графічні залежності величин співвідношення констант (які характеризують поглинальний ефект) матеріалу ЕД-20М від довжини хвилі, однак не зроблено висновку із одержаних результатів.
3. Формули (3.106), (3.107), (3.108) розділу 3 мають досить громіздкий вигляд, доцільно було би навести вихідні дані та остаточні результати.
4. На рис. 4.20 розділу 4 показано виникнення "зони шийкоутворення" біля вершини тріщини при навантаженні пластини, проте не вказано, для яких матеріалів та розмірів тіла це має місце.
5. У таблицях 4.1-4.3 розділу 4 наведено дані тестових експериментів для чотирьох схем експериментальної реалізації, проте не порівняно ефективність застосування кожної із схем для різних досліджуваних об'єктів.
6. У розділі 6, на рис. 6.7, 6.9, 6.11, 6.12, 6.13 наведено результати тестових експериментів стосовно модифікованого поляризаційно-оптичного методу, проте не деталізовано, чому саме вимірювання у вказаних діапазонах співвідношення γ/l , де γ - радіус-вектор точки вимірювання, l - довжина тріщини.

7. У висновку 4 до розділу 7 наведено інформацію щодо впливу обрамлення на розподіл КІН для поверхневих та наскрізних тріщин, проте не інтерпретується природа такого впливу.

По автореферату:

1. На рис. 10 наведено експериментальну установку для навантаження оболонкових інструкцій, проте не деталізовано, яке саме навантаження було реалізовано.
2. На рис. 17 наведено картину статичної анізотропії біля вершини тріщини у пластині з електровакуумного неорганічного силікатного скла, однак не вказано масштабний фактор, що ускладнює реальне сприйняття картини смуг.

Зроблені вище зауваження не мають визначального впливу на загальну позитивну оцінку роботи.

Висновок

Дисертаційна робота "Оптичні експериментально-розрахункові методи визначення напружено-деформованого та граничного станів прозорих діелектриків" є завершеною науковою працею, у якій вирішено важливу наукову проблему підвищення ефективності та функціональних можливостей експериментальних досліджень шляхом розробки експериментально-розрахункових оптичних методів визначення напружено-деформованого та граничного станів прозорих діелектриків на основі аналізу параметрів тензора діелектричної проникності.

Дисертаційна робота **Рудяка Юрія Ароновича** за актуальністю проблеми і науковим рівнем вирішення основних завдань відповідає чинним вимогам, що ставляться до докторських дисертацій, а її автор, заслуговує

присудження йому вченого ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України,
ректор



В.Д. Будак

ВЛАСНОРУЧНИЙ ПІДПИС <i>В.Д. Будака</i>
ЗАСВІДЧУЮ
Нач. відділу кадрів МНУ імені В.О.Сухомлинського
Дата