

**МІЖНАРОДНА НАУКОВА КОНФЕРЕНЦІЯ «МЕХАНІКА:
СУЧАСНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ – 2024»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE “MECHANICS:
CONTEMPORARY APPROACHES AND FUTURE DIRECTIONS – 2024”**



Механіка
СУЧАСНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ

МАТЕРІАЛИ ДОПОВІДЕЙ

Київ – 2024

Організатор конференції:

Інститут механіки імені С.П. Тимошенка НАН України

Співорганізатор конференції:

Національний комітет України з теоретичної і прикладної механіки

Співголови оргкомітету:

Академік НАН України, доктор фізико-математичних наук В.Л. Богданов,

Академік НАН України, доктор технічних наук В.М. Назаренко

Вчений секретар:

Кандидат фізико-математичних наук Ю.О. Чорноіван

Співголови напрямків конференції:

Механіка композитних та неоднорідних середовищ:

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук Я.Я. Руцицький,

Доктор фізико-математичних наук В.А. Декрет,

Доктор фізико-математичних наук Є.А. Сторожук

Контактна механіка:

Доктор фізико-математичних наук С.Ю. Бабич,

Доктор фізико-математичних наук В.С. Кирилюк,

Доктор фізико-математичних наук Р.М. Мартиняк

Механіка оболонкових систем:

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук О.Я. Григоренко,

Доктор технічних наук П.З. Луговий

Механіка зв'язних полів у матеріалах та елементах конструкцій:

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук Я.О. Жук,

Доктор фізико-математичних наук В.Г. Карнаухов

Механіка руйнування та втома:

Член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук М.Ф. Селіванов,

Доктор технічних наук В.П. Голуб

Динаміка та стійкість руху механічних систем:

Академік НАН України, доктор фізико-математичних наук В.Д. Кубенко,

Академік НАН України, доктор фізико-математичних наук А.А. Мартинюк

Члени оргкомітету:

Доктор фізико-математичних наук В.А. Максимюк,

Кандидат фізико-математичних наук Л.М. Терещенко,

Кандидат технічних наук П.В. Фернаті,

Кандидат фізико-математичних наук О.О. Хотенко

2.14	Ю.А. Мейш, Н.В. Майбородіна, До дослідження деформацій підкріплених ребрами багатошарових еліпсоїдальних оболонок при дії нестационарних навантаженнях	175
2.15	П.З. Луговий, Ю.В. Скосаренко, Динаміка несиметричних циліндричних елементів ракет при комбінованих динамічних навантаженнях	177
2.16	П.З. Луговий, С.П. Орленко, Скінченно-елементне моделювання та вібраційний аналіз тришарових сферично-циліндричних комбінованих оболонок при дії плоскої ударної хвилі	179
2.17	М.В. Марчук, В.С. Пакош, М.М. Хом'як, Схема методу скінченних елементів на основі В-сплайнів: згин податливих до трансверсальних зсуву та стиснення пластин	181
2.18	А.С. Колядюк, Коливання сферично-циліндричної комбінованої оболонки при дії плоскої ударної хвилі	184
2.19	А.Ю. Круглий, А.Ю. Дреус, Порівняльний аналіз ефективності методів машинного навчання і нейронних мереж в задачах стійкості оболоноквих конструкцій	186
2.20	Р.І. Тучапський, Розрахунок локально навантаженої шарнірно закріпленої тонкої незамкнутої сферичної оболонки	188
2.21	В.В. Гайдайчук, К.Е. Котенко, Динаміка тришарових неоднорідних циліндричних оболонок при нестационарних навантаженнях	190
3	Механіка зв'язаних полів у матеріалах та елементах конструкцій	192
3.1	Яковенко Н.Д., Доля О.В., Чисельне моделювання ефектів термоструктурно-механічної зв'язаності за умов імпульсного опромінення півпростору	192
3.2	Я.О. Жук, І.К. Сенченков, М.М. Мельниченко, Динамічний напружено-деформований стан металевого стержня при імпульсному навантаженні торця	193
3.3	Сенченков І.К., Червінко О.П., Доля О.В., Залишкові напруження і дисторсія при наплавленні порожнистого циліндра	195
3.4	М.О. Бабешко, В.Г. Савченко, Крайові задачі термопластичності з врахуванням залежності властивостей ізотропних матеріалів від виду навантаження	197
3.5	О.Л. Деркач, Аналіз активного демпфірування нестационарних коливань багатошарових композитних пластин на основі змішаного варіанта методу скінченних елементів	199
3.6	О.З. Галішин, С.М. Склепус, Нелінійне деформування пологих оболонок складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження	202
3.7	А.О. Молчанов, Про наближення потенціальних полів з розривними умовами на границі	203
3.8	О.М. Багно, Вплив скінченних початкових деформацій на квазілембові моди в гідропружному хвилеводі «нестисливий пружний шар – півпростір в'язкої стисливої рідини»	204
3.9	Р.М. Кушнір, Г.Т. Сулим, Я.М. Пастернак, Гармонічні коливання анізотропних інтелектуальних середовищ із просторовими тріщинами	206
3.10	П.О. Стеблянка, Розв'язання задач теорії термопластичності для пластин та оболонок за допомогою двовимірних сплайнів	207
3.11	Ю.В. Токовий, М.Й. Юзв'як, Рівняння суцільності неосесиметричних просторових задач теорії пружності та термопружності	209
3.12	В.Г. Карнаухов, І.Ф. Киричок, Л.П. Зінчук, Термомеханічна поведінка і довговічність піддаєливих на зсув гнучких непружних оболонок обертання з п'єзоелектричними сенсорами і актуаторами при резонансних коливаннях	211
3.13	Ю.Є. Поляков, О.О. Усов, С.П. Мінесь, Визначення компонент гірського тиску по параметрах нагнітання рідини в свердловину у вугільному пласті	213
4	Механіка руйнування та втома	216
4.1	Ушакова В.С., Ушаков О.В., До задачі математичної обробки експериментальних даних за умов чистого кручення в задачах лінійної в'язкопружності	216
4.2	Кондряков Є.О., Харченко В.В., Чисельне моделювання напружено-деформованого стану патрубкової зони корпусу реактора з тріщинами з використанням розширеного методу скінченних елементів	218
4.3	Бородій М.В., Ясковець З.С., Адамчук М.П., Експериментальне дослідження рахунку за одновісного ступінчастого навантаження	220
4.4	Р.В. Бехтер, О.Б. Галєнкова, Р.Ю. Білий, О.В. Завгородній, О.В. Овчинников, Визначення коефіцієнту запасу міцності лопаток турбіни зі сплаву на основі алюмініду титану	223
4.5	О. Онопрієнко, В. Говоруха, Аналіз тріщин в п'єзомагнітних наноматеріалах	226
4.6	Р.В. Коба, В.А. Максимюк, В.С. Ушакова, О.В. Ушаков, До проблеми ідентифікації стрілецької зброї та раціональних параметрів водяного кулеуловлювача	227
4.7	О.П. Максименко, М.М. Гвоздюк, Я.Л. Іваницький, Оцінювання міцності механічних з'єднань листових матеріалів оптико-цифровим методом	230
4.8	В.О. Дегтярев, Вплив залишкових напружень в зварних конструкціях на граничні напруження циклу	233
4.9	В.О. Дегтярев, Оцінка граничних напружень зварних з'єднань сталей різної міцності з залишковими напруженнями	236
4.10	М.Ф. Дмитриченко, І.М. Богданов, Вплив мастильних добавок, твердості та шорсткості матеріалу на розвиток мікропітингу в контактні пари тертя кочення	239
4.11	В.П. Голуб, А.В. Плащинська, О.В. Романов, Щодо розв'язку задач розрахунку циклічної довговічності елементів конструкцій методом еквівалентних напружень	242
4.12	V.O. Melnyk, A.V. Didukh, Antiplane deformation of an anisotropic elastic-plastic body with a filled cracks	245
4.13	В.В. Хворостяний, Визначення рівня пошкоджуваності оптичного скла в умовах крайового локального навантаження	246
4.14	Б.П. Маслов, Довготривала міцність композитних еластомерів періодичної структури	248

О. Оноприєнко, В. Говоруха

АНАЛІЗ ТРІЩИН В П'ЄЗОМАГНІТНИХ НАНОМАТЕРІАЛАХ

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет,
вул. Сергія Єфремова, 25, 49600, Дніпро, Україна
e-mail: onopriienko.oleg@gmail.com, govorukhavb@yahoo.com*

Протягом останніх десятиріч п'єзوماгнітні наноматеріали є об'єктом інтенсивних досліджень через їх здатність до взаємоперетворення механічної та магнітної енергії на нанорівні. Їхні унікальні властивості знаходять застосування у розробці високочутливих сенсорів, наноактуаторів та систем для збору енергії. Проте, зменшення розмірів матеріалів до наномасштабів супроводжується новими викликами, пов'язаними з утворенням та розвитком тріщин, що впливають на механічну міцність та надійність цих матеріалів.

Основною метою даного дослідження є аналіз механізмів утворення та розвитку тріщин у п'єзوماгнітних наноматеріалах, а також вивчення впливу нанорозмірів і квантових ефектів на ці процеси. Особлива увага приділяється взаємодії тріщин з наноструктурними дефектами та магнітоелектричними доменами.

Для дослідження поведінки тріщин у п'єзوماгнітних наноматеріалах використано методи молекулярної динаміки та квантовомеханічного моделювання. Метод молекулярної динаміки базується на симуляції руху атомів і молекул під впливом внутрішніх та зовнішніх сил, дозволяючи отримати детальну картину міжатомних взаємодій. Квантовомеханічне моделювання враховує квантові ефекти, такі як тунелювання електронів і взаємодія хвильових функцій, що є критичними на наномасштабах. Використання цих методів дало можливість забезпечити глибоке розуміння механізмів утворення і розвитку тріщин на атомарному рівні. Ці методи також дозволили враховувати міжатомні взаємодії та квантові ефекти, що є особливо важливими при аналізі наноматеріалів. Міжатомні взаємодії включають різні типи сил, такі як ковалентні, іонні, ван-дер-ваальсові та водневі зв'язки, які визначають механічні властивості матеріалу. Квантові ефекти, які проявляються на нанорівні, можуть значно впливати на поведінку тріщин, наприклад, шляхом зміни енергетичних бар'єрів для розповсюдження тріщин або виникнення нових дефектів. Врахування цих факторів дозволило створити більш точні та надійні моделі для передбачення поведінки матеріалів. Додатково застосовано аналітичні методи для розрахунку коефіцієнтів інтенсивності напружень та динамічних коефіцієнтів інтенсивності напружень у вершинах тріщин. Ці коефіцієнти є важливими параметрами, що характеризують концентрацію напружень у місцях дефектів та тріщин. Вони дозволяють кількісно оцінити, наскільки напруження навколо тріщини може призвести до її розповсюдження. Аналітичні методи включали також розв'язання диференціальних рівнянь та використання числових алгоритмів, що дозволило доповнити результати молекулярної динаміки та квантовомеханічного моделювання. Таким чином, поєднання цих підходів забезпечило комплексне розуміння механізмів руйнування в п'єзوماгнітних наноматеріалах.

Результати дослідження показали, що зменшення розмірів матеріалу до наномасштабів значно змінює розподіл напружень навколо тріщин, що впливає на їх розвиток та стабільність. Виявлено, що квантові ефекти, такі як тунелювання та квантове зчеплення, можуть суттєво змінювати механізми утворення та розповсюдження тріщин у п'єзوماгнітних наноматеріалах. Встановлено, що наноструктурні дефекти, такі як пори та включення, мають значний вплив на розвиток тріщин, часто виступаючи як місця їх зародження. Аналіз результатів показав, що магнітоелектричні домени можуть змінювати траєкторію росту тріщин, що відкриває можливості для контролю над їх розвитком за допомогою зовнішніх магнітних та електричних полів. Подальші дослідження можуть бути спрямовані на вивчення взаємодії тріщин з іншими типами нанодефектів та розробку методів активного керування тріщинами за допомогою зовнішніх впливів.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: П'єзوماгнітні наноматеріали, Розрахункові моделі, Коефіцієнти інтенсивності напружень, Розвиток тріщини

O. Onopriienko, V. Govorukha

ANALYSIS OF CRACKS IN PIEZOMAGNETIC NANOMATERIALS

*Dnipro State Agrarian and Economic University,
Serhii Efremov Str., 25, 49600, Dnipro, Ukraine
e-mail: onopriienko.oleg@gmail.com, govorukhavb@yahoo.com*

Piezomagnetic nanomaterials have been intensely studied for their ability to convert mechanical and magnetic energy at the nanoscale, making them ideal for high-sensitivity sensors and energy harvesting systems. However, their nanoscale dimensions introduce challenges related to crack formation and propagation, affecting mechanical strength and reliability. This study analyzes these mechanisms, focusing on the influence of nanoscale dimensions, quantum effects, and interactions with nanostructural defects and magnetoelectric domains. By using molecular dynamics and quantum mechanical modeling, the research reveals significant effects of stress distribution and quantum phenomena on crack behavior. These findings provide insights into controlling crack propagation through external fields.

Keywords: Piezomagnetic nanomaterials, Computational models, Stress intensity factors, Crack propagation.