

До спеціалізованої вченої ради Д 08.084.08

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу Лабібова Расіма Ровшановича
на тему «Особливості пластичного деформування одно- та двовимірних
конструкційних елементів з майданчиком плинності»,
подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.23.17 – будівельна механіка

1. Обґрунтування актуальності теми дисертаційної роботи та зв'язок із науковими програмами, планами й темами

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена потребою розвитку методів дослідження пластичного деформування конструкційних матеріалів, що використовуються в сучасній інженерній практиці. Матеріали, деформаційні характеристики яких є предметом дослідження, застосовуються в будівництві, машинобудуванні, авіаційній і космічній галузях, а також у медичній сфері, зокрема при виготовленні судинних стентів, хірургічних інструментів і протезів. Отримані в роботі залежності можуть бути використані для розв'язання прямих і зворотних задач механіки. Практичний інтерес становить можливість їх застосування для оцінювання напружено-деформованого стану існуючих конструкцій та їх елементів. Це є актуальним у зв'язку з розвитком оптичних і фотометричних методів експериментального обстеження. Загалом тема дисертації відповідає сучасним завданням будівельної механіки.

Дисертаційна робота виконана в Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара Міністерства освіти і науки України і відповідає напрямку наукових досліджень кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки. Дослідження здійснені в межах держбюджетної тематики № 1-301-15 «Розробка методик розв'язку фундаментальних задач міцності та руйнування кусково-однорідних тіл, скомпонованих з інтелектуальних матеріалів» (№ ДР 015U002393).

2. Склад і структура дисертаційної роботи

Дисертація, підготовлена Лабібовим Р. Р., складається із вступу, чотирьох

Вх. № 37-05/50
05.02.2026р.

розділів, висновків, списку використаних джерел (138 назв) та чотирьох додатків. Загальний обсяг роботи становить 146 сторінок та містить 2 таблиці і 45 рисунків.

3. Аналіз основного змісту роботи, її наукової новизни, ступеня обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, визначено мету й методи досліджень, наведено загальну характеристику роботи.

У першому розділі автором здійснено узагальнення сучасних теоретичних та експериментальних досліджень процесів пластичного деформування і крихкого руйнування матеріалів. Розглянуто фізичні основи плинності, явище смуг Людерса та нестійкість пластичної деформації, а також модель Баренблатта розвитку тріщин у крихких тілах. Проаналізовано вплив мікроструктури сталі на механізм формування прошарків ковзання і локалізацію напружень. Встановлено взаємозв'язок між характером кривих «напруження - деформація» та етапами переходу матеріалу від пружного до пластичного стану. Визначено, що існуючі моделі недостатньо повно враховують фізичні явища у перехідній зоні між межею пружності та початком зміцнення. На основі проведеного аналізу сформульовано основні наукові завдання подальших досліджень.

У другому розділі розглянуто теорію пластичної течії з комбінованим зміцненням для матеріалів, що мають майданчик плинності. Наведено умови плинності з урахуванням ізотропного та кінематичного зміцнення й описано механізм виникнення локалізації деформацій у процесі одноосьового розтягування. Показано, що розвиток пластичної деформації супроводжується поширенням фронту плинності з постійною швидкістю, величина якої визначається мікроструктурними характеристиками матеріалу. Проаналізовано явище виникнення повільних пластичних хвиль і втрати стійкості, що призводять до утворення смуг Людерса. Запропоновано механічну одновимірну модель матеріалу з урахуванням нелінійної взаємодії між структурними елементами, яка дозволяє описати періодичний характер розподілу пластичних деформацій. Отримані результати узгоджуються з експериментальними даними та можуть бути використані для подальшого моделювання процесів локалізованої пластичної течії.

У третьому розділі розглянуто процес локалізації пластичної деформації у вигляді смуг зсуву на основі задачі Йюффе. Показано, що розвиток таких смуг

може бути описаний аналогією з II типом тріщини, для якого визначено функцію Йоффе, що характеризує зв'язок між швидкістю поширення лінії зсуву та параметрами матеріалу. Розвинуто модель руху смуги зсуву з урахуванням енергетичних умов, дисипації та взаємодії пружних і пластичних областей тіла. Доведено, що швидкість розповсюдження зони локалізації завжди менша за швидкість звуку в матеріалі, а її величина визначається мікроструктурними властивостями. Розглянуто виникнення смуг плинності в неоднорідних та композитних матеріалах, особливо в проміжних слабких шарах між компонентами. Запропоновано фізично обґрунтовану модель формування смуг Людерса, що базується на взаємодії зерен фериту і перліту та подібна до моделі руху дислокацій. Отримані результати дозволяють пояснити механізм виникнення і розвитку локалізованих пластичних зон у матеріалах з майданчиком плинності.

У четвертому розділі представлено феноменологічну теорію пластичної течії для матеріалів з майданчиком плинності, побудовану на основі комбінованого ізотропно-кінематичного зміцнення. Сформульовано основні визначальні співвідношення моделі пластичності та введено універсальні функції, що враховують розм'якшення й подальше зміцнення матеріалу. Виконано оцінку матеріальних параметрів теорії на основі експериментів із жорстким навантаженням і проаналізовано зв'язок між діаграмами напруження–деформація для матеріалу та зразка. Розглянуто знакозмінне навантаження й показано, що модель адекватно описує ефект Баушінгера та розвиток зворотної пластичної течії. Викладено алгоритм застосування методу скінченних елементів до задач пластичної локалізації та наведено його слабе формулювання. Виконано чисельне моделювання розвитку смуг локалізації при чистому згині та дії внутрішнього тиску, результати якого узгоджуються з експериментальними спостереженнями. Отримані результати підтверджують працездатність розробленої теорії для прогнозування поведінки матеріалів із майданчиком плинності.

Як наукову новизну потрібно відзначити побудову нових теоретичних і чисельних моделей процесів пластичної деформації, що враховують часові параметри та структурні особливості матеріалу. Вперше розв'язано задачі на основі узагальнення функції Йоффе для опису руху фронту пластичної локалізації, отримано співвідношення для швидкості руху розриву та уточнено відповідні теоретичні формули. Удосконалено модель пластичного деформування при знакозмінних і циклічних навантаженнях, що дозволяє

точніше описувати поведінку матеріалів із майданчиком плинності.

Обґрунтованість та достовірність результатів забезпечено завдяки ґрунтовному аналізу стану проблеми; строгості використання основних положень будівельної механіки; коректності формулювання механічних моделей, збіжності результатів моделювання з відомими експериментальними даними.

Практичне значення одержаних результатів та рекомендації до їх застосування. Тема дисертаційної роботи Лабібова Р. Р. є практично значущою, що підтверджується наявною тенденцією поширення матеріалів із майданчиком плинності у будівельній галузі, машинобудуванні зокрема в авіації та космічній техніці, металургії та медицині. Практичне значення отриманих результатів полягає у створенні методик, що забезпечують вивчення та прогнозування процесів локалізації пластичної деформації в матеріалах із майданчиком плинності. Запропоновані підходи дозволяють оцінювати швидкість розвитку пластичної локалізації, передбачати втрату стійкості конструкцій та визначати стан елементів перед руйнуванням. Запропоновані Лабібовим Р.Р. моделі знайшли впровадження в навчальному процесі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара та у проектно-дослідницьких роботах ДП «Дніпровський проектний інститут».

4. Повнота викладення результатів в опублікованих працях

Основні результати, наукові положення, висновки та рекомендації достатньо повно відображено в 11 працях: 1 стаття – у виданні, що цитується в наукометричній базі Scopus; 5 статей – у фахових виданнях України категорії Б з технічних наук, 1 стаття - фаховому виданні з фізико-математичних наук і 4 тези конференцій. Наукові праці Лабібова Р. Р. відповідають вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України для кандидатських дисертацій. Наведені в дисертації розробки пройшли апробацію на конференціях, де доповідалися основні положення та результати досліджень.

5. Ідентичність змісту анотацій та основних положень дисертації

Зміст анотацій українською та англійською мовами повною мірою відображає зміст дисертації та достатньо висвітлює її основні результати та

ВИСНОВКИ.

6. Дотримання академічної доброчесності

У дисертаційній роботі відсутні ознаки порушення академічної доброчесності. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. У поданих працях здобувачем детально зазначено внесок кожного зі співавторів у постановку задач, виконання досліджень, обговорення результатів та формулювання висновків. Це свідчить про дотримання принципів академічної доброчесності та прозорість наукової діяльності.

7. Дискусійні положення та зауваження до дисертації

У процесі аналізу змісту й структури дисертації та автореферату виникли такі зауваження змістовного та редакційного характеру:

1. В описі можливих прикладів практичного застосування матеріалів з майданчиком плинності, треба більш відповідально окреслити об'єкти. Так на с. 11 дисертації пропонується використання зазначених сплавів при реконструкції мостів. Проте реконструкція передбачає або зміну конструктивної системи споруди або заміну окремих несучих елементів. Для мостів, як об'єктів критичної інфраструктури, які перебувають під дією інтенсивних динамічних навантажень, заборонено перехід матеріалу в пластичний стан. Такий стан є граничним і експлуатація мостів заборонена на законодавчому рівні.
2. Слід зазначити, що втрата стійкості металевих елементів конструкцій будівель та споруд відбувається при напруженні нижчих за межу плинності. Для більшості елементів критичні напруження втрати стійкості складають 50-80% від межі плинності. Тобто при рівнях напружень, які розглядаються в роботі елементи вже знаходяться в стані втрати стійкості, що необхідно враховувати при моделюванні.
3. Наведений на с. 3 дисертації вираз потребує подальшого пояснення: «...і продовжувати знижувати несучу здатність».
4. На с.3 декларується, що використання матеріалів з майданчиком плинності призводить до «...покращення сейсмічних показників будівель». Проте, не конкретизується яким саме чином буде досягнутий цей ефект.

5. У тексті дисертації наявні поодинокі стилістичні та редакційні неточності, усунення яких сприяло б підвищенню загального рівня оформлення роботи. До стилістичних недоліків слід віднести і наступне: на с. 105. рис. 4.13 – «Скінченні елементи в тонкостінних розрахункових областях: *a* – неправильне, *б* – правильне розбиття» слід замінити коректне та некоректне розбиття скінченних елементів.
6. Здобувач не завжди дотримується загальноприйнятої термінології. Наприклад на :на с. 8 дисертації наведено: «...при м'якому та жорсткому навантаженні...». Необхідно уточнення, що саме малося на увазі: тип функції зміни навантаження у часі або щось інше.
7. У дисертаційній роботі недостатньо чітко структуровано порівняльний аналіз запропонованих моделей з відомими підходами інших авторів, що ускладнює кількісну та якісну оцінки ефективності розроблених методів.
8. Під час аналізу чисельних результатів доцільним було б навести більш розгорнуте дослідження чутливості моделей до зміни параметрів.
9. У дисертаційній роботі четвертий розділ присвячено задачі Йоффе. Водночас, у списку відомих попередніх досліджень механіки пластичності та плинності прізвище цього вченого стоїть останнім у переліку авторів,
10. Окремі позначення та символи, використані в різних розділах дисертації, не завжди уніфіковані, що потребує додаткової уваги при читанні тексту.

Наведені зауваження не знижують наукової та практичної цінності дисертаційної роботи Лабібова Р. Р. і не впливають на її загальну позитивну оцінку.

8. Висновок

Дисертаційна робота Лабібова Расіма Ровшановича на тему «Особливості пластичного деформування одно- та двовимірних конструкційних елементів з майданчиком плинності», є кваліфікаційним завершеним науковим дослідженням. Тема та зміст дисертації відповідають паспорту спеціальності 05.23.17 – будівельна механіка. За актуальністю, науковою новизною, практичною і теоретичною значущістю отриманих результатів робота відповідає

вимогам, встановленим Департаментом атестації кадрів вищої кваліфікації МОН України для кандидатських дисертацій, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.17–будівельна механіка.

Офіційний опонент
завідувачка кафедри цивільної інженерії,
технологій будівництва і захисту довкілля
Дніпровського державного аграрно-економічного
університету МОН України
доктор технічних наук, професор

Вікторія ВОЛКОВА

Підпис д.т.н., професора Волкової В. Є. «засвідчую»

Вчений секретар
Дніпровського державного
аграрно-економічного університету



О. Ю. Береза