



ВІДГУК

офіційного опонента, головного наукового співробітника відділу термопружності Інституту механіки імені С.П.Тимошенка НАН України, доктора фізико-математичних наук, старшого наукового співробітника, Сенченкова Ігоря Костянтиновича на дисертаційну роботу Петрова Олександра Дмитровича "Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми", що представлена на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика

Актуальність теми дисертаційної роботи

Тема дисертаційної роботи є актуальною, оскільки присвячена розробці методів розв'язання нестационарних задач термомеханіки для сучасних деталей і елементів радіоелектронних конструкцій та пристроїв, що виготовляються з матеріалів, які мають властивість пам'яті форми і ведуть себе псевдо-пружно-пластично. В процесі виготовлення та експлуатації вони можуть перебувають під впливом складного нестационарного силового і температурного навантаження. Для моделювання поведінки таких елементів конструкцій потрібно визначати нестационарний термомеханічний стан не тільки на псевдо-пружній стадії деформування, а й за межею пружності.

Робота виконувалась у межах індивідуального плану аспіранта та в рамках досліджень, які здійснені у Дніпровському національному університеті імені Олеся Гончара та за темою держбюджетної роботи № 1-301-15 «Розробка методик розв'язку фундаментальних задач міцності та руйнування кусково-однорідних тіл, скомпонованих з інтелектуальних матеріалів» (№ ДР 015U002393). Здобувач Петров Олександр Дмитрович був виконавцем окремих розділів держбюджетної науково-дослідницької роботи «Методи дослідження міцності елементів конструкцій із функціонально-неоднорідних матеріалів, чутливих до виду

термонапруженого стану» (номер державної реєстрації № 0113U000379, 2013-2015 рр.) у Дніпровському державному технічному університеті.

Наукова новизна, обґрунтованість і достовірність наукових висновків і рекомендацій

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що автором:

1) запропоновано феноменологічну модель для опису властивостей матеріалів з пам'яттю форми, псевдо-пружністю та псевдо-пружно-пластичністю, в якій враховується тепло, що виділяється в процесі фазових переходів в матеріальних точках тіла;

2) узагальнено співвідношення теорії пластичності теорії течії з кінематичним і трансляційним зміцненням на випадок деформування термо-псевдо-пружно-пластичного матеріалу;

3) на основі двовимірних сплайн-функцій розроблено ефективний метод розв'язання нестационарних просторових задач теорії термо-пружно-пластичності;

4) поставлено і розв'язано новий клас задач про нестационарне деформування просторових тіл зі сплавів, що мають властивості пам'яті форми та термо-псевдо-пружно-пластичності;

5) виявлено нові механічні ефекти пов'язані з урахуванням локального тепловиділення в процесі фазових перетворень в тілах з псевдо-пружно-пластичних матеріалів.

Обґрунтованість та достовірність результатів наведених у дисертації, забезпечується коректністю та строгістю математичних постановок задач у рамках механіки деформівного твердого тіла; застосуванням обґрунтованих числових методів розв'язання поставлених задач; узгодженістю та збігом одержаних розв'язків з відомими в літературі результатами, отриманими за допомогою інших методів; відповідністю результатів і висновків до фізичної суті задач та узгодженістю з експериментальними даними.

Практична цінність і значення дисертаційної роботи полягає в розробці феноменологічної моделі і варіанта методу числового моделювання процесів деформування в нелінійних просторових тілах з псевдо-пружно-пластичних матеріалів.

Результати дисертаційної роботи використовуються в навчальному процесі Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара при викладанні навчальної дисципліни «Теорія пластичності» і «Нелінійна механіка руйнування», Дніпровського державного технічного університету при викладанні навчальної дисципліни «Математичне моделювання технологічних процесів», Національного авіаційного університету при викладанні дисциплін «Сучасні комп'ютерні технології в фізиці» та «Методи математичної фізики».

Повнота викладення здобувачем основних результатів дисертаційної роботи в публікаціях

За матеріалами дисертації опубліковано 26 наукових робіт, у тому числі стаття в рейтинговому журналі “Eastern-European Journal of Enterprise Technologies” індексована у світових наукометричних базах даних і системах, в монографії, двох статтях закордонного періодичного видання на англійській мові, п'яти статтях в наукових фахових виданнях України та чотирнадцяти тезах доповідей у матеріалах міжнародних та міжнародно-практичних конференцій.

З представлених публікацій 5 є самостійними науковими працями дисертанта. Результати, які складають основний зміст дисертаційної роботи, отримані автором самостійно. Постановка розглянутих задач, вибір методів досліджень та аналіз отриманих результатів проведені разом з науковим керівником. У роботах, написаних у співавторстві з іншими авторами, здобувачеві належить розробка і реалізація підходів, які ґрунтуються на застосуванні методу покомпонентного розщеплення, а

також моделювання фізичних процесів в тілах з псевдо-пружно-пластичних матеріалів та їх експериментальне обґрунтування.

В цих публікаціях основні положення та результати дисертації викладені достатньо повно. В працях, які опубліковано у співавторстві, коректно відображено особистий внесок дисертанта, а також забезпечені посилання на публікації інших авторів.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації й автореферату

Дисертаційну роботу написано українською мовою грамотно, на хорошому стилістичному рівні. Застосована в роботі наукова термінологія є загальноновизною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття та використання.

Оцінка змісту дисертаційної роботи

Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і чотирьох додатків. Повний обсяг дисертації становить 133 сторінки, об'єм основного тексту – 102 сторінки, 19 рисунків. Список використаних джерел включає 114 найменувань на 13 сторінках. Додатки займають 16 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету, об'єкт, предмет та задачі дослідження, визначено наукову новизну та практичну значимість отриманих результатів, наведено дані про апробацію та впровадження. Висвітлено особистий внесок здобувача та наведені його публікації, в яких викладений основний зміст дисертації.

У першому розділі розглянуто історію питання, яке досліджено в дисертації, моделі запропоновані для описання поведінки матеріалів з пам'яттю форми, псевдо-пружністю та псевдо-пружно-пластичністю. Надана інформація про експерименти, які проводились з такими матеріалами. Розглянуто відповідні задачі та існуючі методи їх розв'язання.

Виходячи з аналізу джерел, присвячених тематиці дослідження, автор робить висновок про необхідність розробки теорії термо-псевдо-пружно-пластичності придатної для опису деформації в широкому діапазоні значень температур та швидкостей деформації при довільному навантаженні.

У другому розділі запропоновано феноменологічну модель поведінки термо-псевдо-пружно-пластичних матеріалів і матеріалів з пам'яттю форми. Узагальнено фізичні співвідношення теорії пластичності для матеріалів з пам'яттю форми та псевдо-пружно-пластичністю. На основі відомих експериментальних результатів отримано необхідні константи запропонованої моделі. Проведено узагальнення відомих фізичних співвідношень теорій пластичності для дослідження термо-псевдо-пружно-пластичних матеріалів.

У третьому розділі запропоновано узагальнення методу покомпонентного розщеплення для розв'язання нестационарних задач термомеханіки для термо-псевдо-пружно-пластичних матеріалів. Рішення задачі розшукується у вигляді двовимірних сплайн-функцій в усій області визначення. Такий підхід дозволяє підвищити порядок апроксимації, а це дає можливість обирати більші за розмірами сітки по координатах і за часом у порівнянні з класичними методами при досягненні однакової точності обчислень.

У четвертому розділі Петровим О.Д. розв'язано новий клас нестационарних задач для тіл з пам'яттю форми та термо-псевдо-пружно-пластичністю. Досліджена ефективність узагальненого методу, проведена оцінка точності отриманих результатів та проведено порівняння з відомими результатами.

Висновки дисертації повністю відображають її сутність, сформульовані коректно, чітко і мають важливе значення для науки та практики.

Зауваження до дисертаційної роботи

1. Доцільно було б більш детально оговорити межі застосування запропонованої в дисертації феноменологічної моделі.
2. В дисертації розроблена методика дослідження поведінки матеріалів з пам'яттю форми при малих деформаціях. Не зрозуміло чи можна застосувати її в повному обсязі і при великих деформаціях.
3. В дисертації досить часто зустрічається слова пам'ять форми, псевдо-пружність, псевдо-пружно-пластичність. На мій погляд треба б було більш чітко пояснити як автор розуміє відмінність і загальні риси цих визначень.
4. В тексті можливі стилістичні правки.

Зроблені зауваження суттєво не впливають на якість основних положень дисертаційної роботи.

Загальні висновки. Викладені вище міркування дають можливість стверджувати, що дисертація Петрова Олександра Дмитровича є завершеною роботою, що містить нові науково обґрунтовані результати, які вирішують конкретну наукову задачу, пов'язану з дослідженням поведінки матеріалів з пам'яттю форми та термо-псевдо-пружно-пластичністю. Вважаю, що дисертація за актуальністю, новизною результатів, а також високим рівнем проведених досліджень відповідає усім встановленим вимогам. У дисертаційній роботі є посилання на відповідні джерела інформації, а також дотримано усіх норм законодавства про авторське право. Порушення академічної доброчесності не виявлено.

У зв'язку із вищенаведеним вважаю, що дисертаційна робота Петрова О.Д. "Моделювання термомеханічної поведінки матеріалів з пам'яттю форми" за актуальністю, новизною результатів, високим рівнем проведених досліджень відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України № 40 від 12 січня 2017 р. "Про затвердження Вимог до оформлення дисертації", і вимогам, передбаченим пунктом 10 "Порядку

проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії" (Постанова Кабінету Міністрів України № 167 від 6 березня 2019 р.), а її автор заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії з галузі знань 11 Математика та статистика за спеціальністю 113 – Прикладна математика.

Офіційний опонент:
головний науковий співробітник відділу
термопружності Інституту механіки імені
С.П.Тимошенка НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник,
Сенченков Ігор Костянтинович

І.К. Сенченков

08 жовтня 2019 р.

Підпис Сенченкова І.К. засвідчую:
Учений секретар Інституту механіки імені
С.П.Тимошенка НАН України,
доктор фізико-математичних наук



О.П.Жук