

ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу **Максим'юка Олександра Всеволодовича** на тему:

**«Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл
напіваналітичним методом скінченних елементів»,**

що подається на здобуття освітньо-наукового ступеня доктора філософії

з галузі знань 13 «Механічна інженерія»,

за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»

Детальний аналіз дисертаційної роботи Максим'юка Олександра Всеволодовича на тему «Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл напіваналітичним методом скінченних елементів» та розгляд його наукових публікацій дозволяє сформулювати наступні висновки, а також надати загальну оцінку виконаного дослідження.

Актуальність обраної теми.

Швидкі темпи зростання можливостей обчислювальної техніки зробили можливим широке застосування в інженерній і науково-дослідницькій практиці такого способу досліджень як чисельний експеримент. Особливого значення така можливість набуває у випадках, коли внаслідок значної тривалості розглядуваних процесів і специфіки досліджуваних об'єктів, проведення відповідних натурних експериментів є дуже складним. В зв'язку з цим виникає необхідність створення засобів проведення чисельних експериментів – математичних методик і програмного забезпечення. Розглядувана робота присвячена розв'язанню цієї актуальної проблеми стосовно досліджень напружено-деформованого стану елементів конструкцій в умовах складного просторового термопружного та термопластичного деформування як при малих, так і великих пластичних деформаціях.

Обґрунтованість наукових положень, висновків і рекомендацій дисертації підтверджується чіткістю поставлених основних задач досліджень; застосуванням фізико-математичних моделей, методів розрахунку

криволінійних неоднорідних призматичних тіл при термомеханічних впливах, виконаним аналізом напружено-деформованого стану просторових об'єктів машинобудування. Широкі можливості застосування методики та програм ілюструються розв'язанням низки складних прикладних задач.

Наукові положення, висновки та рекомендації дисертаційного дослідження автора є аргументованими та змістовними і свідчать про високий рівень наукової підготовки здобувача.

Достовірність основних положень роботи забезпечена шляхом використання теоретично-аналітичних методів будівельної механіки, виконанням аналізу даних, отриманих при чисельних дослідженнях з використанням вітчизняних обчислювальних програмних комплексів.

Достовірність наукових положень, висновків та результатів дисертаційної роботи доведено позитивною оцінкою отриманих результатів на науково-технічних конференціях та в рецензованих наукових фахових виданнях України і європейських виданнях.

Враховуючи всі вище наведені аргументи можна зробити позитивний висновок щодо наукової обґрунтованості і достовірності отриманих основних положень дисертаційної роботи та їх відповідності заявленим меті та задачам дослідження.

Науковою новизною одержаних результатів слід вважати наступне:

- 1) створенні на основі МССЕ та НМССЕ ефективної методики чисельного розв'язання задач термопружності та термопластичності для довільно навантажених масивних та тонкостінних просторових призматичних тіл із змінними фізико-механічними та геометричними характеристиками;
- 2) розроблений підхід до дослідження напружено-деформованого стану об'єктів з урахуванням великих пластичних деформацій і деформацій повзучості;
- 3) реалізовано розв'язки низки нових складних задач пружно-пластичного деформування криволінійних неоднорідних призматичних тіл при термомеханічних впливах.

Теоретичне та практичне значення результатів.

Дисертація містить наукові положення, нові науково обґрунтовані теоретичні результати проведених досліджень, які мають істотне значення для галузі знань 13 – Механічна інженерія.

Теоретичне значення дисертаційного дослідження полягає в узагальненні та в розробці методики розрахунку криволінійних неоднорідних призматичних тіл при термомеханічних впливах.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає в тому, що розроблена методика реалізована у вигляді комплексу програм та може бути використана у проектно-конструкторській практиці при аналізі напружено-деформованого стану криволінійних призматичних конструкцій з урахуванням залежності характеристик матеріалу від температури, великих пластичних деформацій та деформацій повзучості. Широкі можливості застосування методики та програм ілюструються розв'язанням низки складних прикладних задач.

Оцінка наукових публікацій.

За результатами досліджень опубліковано 16 наукових праць, у тому числі: одна монографія, 4 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 6 – у наукових фахових виданнях України категорії «А», яке цитується у реферативній базі Web of Science; п'ять робіт представлені як тези наукових доповідей в збірниках матеріалів вітчизняних та міжнародних конференцій.

Кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття місту дисертації відповідає вимогам «Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії ...». Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації. Вважаю, що дисертація пройшла належну апробацію.

Оцінка змісту, стилю та мови дисертації, її завершеності, оформлення.

Дисертаційна робота має класичну структуру: вона складається із вступу чотирьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків до роботи, списку використаних джерел (191 найменування). Загальний обсяг дисертаційної

роботи складає 158 сторінок друкованого тексту, основний її зміст викладено на 131 сторінках в тому числі в тексті є 7 таблиць та 56 рисунків.

Дисертація написана українською мовою, її структура та оформлення відповідають установленим вимогам. Вона характеризується єдністю змісту. Конкретно сформульовано мету та задачі досліджень, визначено предмет і об'єкт дослідження, вказано наукову новизну роботи та теоретичне і практичне значення отриманих результатів.

У **вступі** на основі проведеного огляду літературних джерел за тематикою дисертаційної роботи показано сутність та актуальність наукової задачі, що вирішується у роботі, сформульовано мету роботи, визначено наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів, висвітлено зв'язок роботи з науковими програмами та проектами, та наведено інші характеристики роботи.

В **першому розділі** отримані розв'язувальні співвідношення НМСЕ – вирази матриці жорсткості і вектору вузлових реакцій – для розв'язання геометрично нелінійних задач та наведені вихідні співвідношення теорії пружності, пластичності і повзучості просторових тіл.

У **другому розділі** проведено викладення і апробація розроблених алгоритмів визначення параметрів напружено-деформованого стану для просторових геометрично- і фізично-нелінійних задач. Представлені крокові ітераційні алгоритми моделювання процесу нелінійного деформування, які забезпечують отримання достовірних результатів і суттєве зменшення обчислювальних витрат при розв'язанні задач на основі НМСЕ.

В **третьому розділі** виконано дослідження збіжності і достовірності напіваналітичного методу скінчених елементів для криволінійних неоднорідних призматичних тіл на ряді тестових задач.

Четвертий розділ роботи стосується опису процедур і викладення отриманих результатів розв'язання прикладних задач про визначення напружено-деформованого стану просторових тіл: для задачі про деформування трубчатого елемента з вирізом визначено зони пластичного деформування і величини деформацій пластичності, проведено дослідження впливу на

напружено-деформований стан корпусної деталі товщини фланця на, а при моделювання процесу протяжки полоси прямокутного перерізу виконаний аналіз відмінності результатів в плоскій і просторовій постановках. Викладення результатів здійснено послідовно і в обсязі, що дозволяє скласти повне і чітке уявлення про якісну картину і кількісні характеристики процесів, що досліджуються.

Висновки по роботі, представлені наприкінці основного тексту, сформульовані в достатній мірі точно й об'єктивно відображають результати проведеного дослідження.

Зауваження по роботі.

- 1) В розділі 4.3 недостатньо повно представлена методика розрахунку конструкцій з контактуючими елементами з урахуванням тертя. Вона підходить для конструкцій з незначним коефіцієнтом тертя, коли злипання відсутнє. Для значних коефіцієнтів тертя, коли присутнє злипання по частині поверхні методика розрахунку значно складніша.
- 2) Не зрозуміло, чи можливо використання запропонованих алгоритмів для задач немонотонного і циклічного навантаження, зокрема – для задач мало циклової втоми, в яких також характерним є виникнення деформацій пластичності.
- 3) При викладенні методики регуляризації матриць систем нелінійних рівнянь недостатньо чітко сформульовані границі зменшення величини модуля пружності.
- 4) Статті, що містять результати дисертаційного дослідження, опубліковані в науково-технічних збірниках, які видаються в КНУБА. Це зменшує можливість фахівців ознайомитись зі змістом виконаних досліджень.

Проте, зазначені зауваження не зменшують загального позитивного враження від представленої дисертації, їх урахування, зокрема, дозволило б більш чітко сформулювати межі використання розроблених методик. Разом з тим ці зауваження ставлять під сумнів достовірність та наукову новизну і

обґрунтованість отриманих здобувачем результатів, а також їх практичне значення. В цілому, робота заслуговує позитивної оцінки.

Відповідність дисертації вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії....»

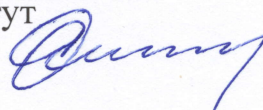
Дисертаційна робота Максим'юка Олександра Всеволодовича «Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл напіваналітичним методом скінченних елементів» відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», зокрема пп. 5,6,7,8,9. Дисертація виконана з дотриманням правил академічної доброчесності. Є самостійно, завершеною науковою роботою. Отримані результати свідчать про значний внесок автора у науку.

Загальний висновок.

Викладене вище дає підстави стверджувати, що дисертація «Чисельне дослідження формозмінення просторових тіл напіваналітичним методом скінченних елементів» за актуальністю, ступенем наукової новизни, обґрунтованістю, теоретичним та практичним значенням результатів відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії ...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44, а її автор – Максим'юк Олександр Всеволодович – заслуговує на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 131 «Прикладна механіка».

Опонент:

Доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри динаміки і міцності машин та опору матеріалів
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»



Сергій ПИСКУНОВ