

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

**Семенчі Олексія Олександровича**

на тему: **«Напружено-деформований стан тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами»,**

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

зі спеціальності 113 Прикладна математика

Дисертаційна робота Семенчі О.О. присвячена дослідженню напружено-деформованого стану тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами і пошуку раціональних параметрів включень, що дають змогу зменшити концентрацію напружень навколо отворів. Детальний аналіз дисертації дозволяє сформулювати наступні висновки щодо актуальності досліджень, наукової новизни, практичного та теоретичного значення отриманих результатів, а також оцінити їх ступінь апробації.

### **1. Актуальність обраної теми дисертації, її зв'язок з науковими програмами**

Задачі визначення напружено-деформованого стану твердих тіл з різного роду неоднорідностями (отворами, тріщинами, порожнинами тощо) є складовими широкого класу задач механіки деформівного твердого тіла. Наявність таких неоднорідностей має суттєвий вплив на деформування твердого тіла. За певних навантажень або умов експлуатації конструкції вказані локальні концентратори можуть призвести до появи пластичних деформацій і початку руйнівних процесів. Це обумовлює важливість досліджень за обраною темою дисертації стосовно пошуку раціональних параметрів для зниження локальної концентрації напружень навколо отворів оболонкових елементів тонкостінних конструкцій. Розв'язання такої складної задачі механіки деформівного твердого тіла неможливе без застосування ефективних числових

методів. У дисертаційній роботі для проведення досліджень використовується метод скінченних елементів.

Слід відзначити, що дослідження за темою дисертації тісно пов'язані з науковими дослідженнями, що проводились у проблемній науково-дослідній лабораторії міцності і надійності конструкцій кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки механіко-математичного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара в рамках держбюджетної теми 1-657-21 «Розробка методів прогнозування несучої здатності елементів конструкцій ракетної техніки без використання руйнуючих випробувань і вибір їх раціональних параметрів», номер державної реєстрації № 0121U109768 (2021–2023 рр.).

## **2. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів, наданих у дисертаційній роботі**

Усі основні результати дисертаційної роботи отримані здобувачем самостійно. Особистий внесок здобувача полягає у запропонованій методиці, алгоритмі та числової реалізації розв'язання поставлених задач, безпосередній участі у виконанні всіх етапів робіт: комп'ютерне моделювання, проведення обчислювальних експериментів, інтерпретація результатів, обговорення і формулювання висновків.

## **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій**

Обґрунтованість і достовірність одержаних результатів забезпечується використанням загальновизнаних положень, співвідношень та методів механіки деформованого твердого тіла; строгістю і коректністю математичних постановок задач у межах теорії пружності, теорії пластин і оболонок; використанням апробованих обчислювальних схем числових методів; апробацією розробленої методики на тестових задачах та узгодженістю одержаних розв'язків із відомими в літературі; відповідністю одержаних результатів фізичній суті процесів і явищ, що вивчаються.

#### **4. Ступінь новизни результатів, їх теоретичне та практичне значення**

Новизна отриманих результатів полягає в наступному:

По-перше, у роботі розроблені математичні розрахункові моделі визначення НДС оболонкових елементів конструкцій з отворами і включеннями з урахуванням їх геометрії та розроблено відповідну методику на основі застосування методу скінченних елементів.

По-друге, проведено порівняльний аналіз результатів комп'ютерного дослідження поведінки двох видів оболонок (циліндричної і конічної форми) за наявності кругових і квадратних отворів та включень навколо них з урахуванням механічних властивостей нових модельних матеріалів і специфіки геометрії оболонок. Вивчено вплив включень із нових модельних матеріалів на величину коефіцієнта концентрації напружень.

По-третє, встановлені та обґрунтовані раціональні параметри включень, що надають змогу зменшити концентрацію напружень в оболонках навколо отворів. Виявлені механічні ефекти зміни локації зони концентрації напружень в залежності від виду отворів, розмірів та механічних параметрів включень.

По-четверте, на основі проведеного аналізу зміни характеру розподілу напружень в околі отворів за наявності включень та впливу матеріалу включення на величину коефіцієнта концентрації напружень встановлено закономірності зміни розподілу напружень і деформацій в оболонці з різними отворами в залежності від їх виду і властивостей включень. Розроблено практичні рекомендації щодо застосування включень в тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонках з різними отворами, що дозволяє впливати на їх напружено-деформований стан.

#### **5. Практичне значення отриманих результатів**

Важливе практичне значення одержаних результатів розв'язаних задач для структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонкових елементів конструкцій полягає у можливості їх безпосереднього використання при прогнозуванні безпечної роботи відповідних конструкцій в машинобудуванні, енергетиці, будівництві, аерокосмічній техніці тощо. Запропонована методика

щодо зменшення концентрації напружень навколо отворів може бути застосована у науково-дослідних і проєктно-конструкторських організаціях при проєктуванні, розрахунку і оцінці міцності елементів конструкцій нової техніки, зокрема, ракетно-космічної.

## **6. Висновок про повноту опублікування основних положень дисертації**

Результати проведених досліджень були апробовані та отримали позитивне визнання на наукових семінарах і міжнародних науково-практичних конференціях.

Матеріали дисертації достатньо повно опубліковано у 10 наукових друкованих працях, зокрема у 4 статтях у наукових фахових виданнях України категорії Б та 6 матеріалах міжнародних наукових конференцій.

Зазначені публікації з достатньою повнотою розкривають основний зміст дисертаційної роботи.

## **7. Аналіз основного змісту роботи**

У *вступі* проведено опис актуальності, мети та завдань, поставлених в роботі, її новизни та практичного значення.

У *першому розділі* проведено огляд робіт з проблематики розрахунку зниження концентрації напружень структурно неоднорідних оболонкових елементів тонкостінних конструкцій. Проведено аналіз праць з дослідження НДС оболонкових конструкцій з отворами і включеннями та існуючих підходів зі зниження концентрації напружень навколо отворів. Здійснено огляд праць з методів розв'язування задач визначення параметрів НДС циліндричних і конічних оболонок.

*Другий розділ* присвячений застосуванню методу скінченних елементів (МСЕ) до визначення НДС структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами. Наведені основні співвідношення МСЕ, рівняння рівноваги для оболонок. Сформульована варіаційна постановка відповідних задач.

У *третьому розділі* запропоновано математичні розрахункові моделі для визначення НДС оболонкових елементів з отворами і включеннями навколо

них. Розроблена методика проведення комп'ютерного моделювання з визначення їх параметрів НДС на основі використання МСЕ. Проведено дослідження з пошуку раціональних параметрів включень для циліндричних і конічних оболонок з круговим отвором. Здійснено порівняльний аналіз одержаних числових результатів з аналітичними розв'язками для окремих випадків оболонок із однорідного матеріалу. Проведено обширні обчислювальні експерименти з комп'ютерного моделювання і виконано числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів включень на величину коефіцієнта концентрації напружень в оболонках з малими круговими отворами. Встановлені раціональні параметри включень, що дають змогу зменшити концентрацію напружень навколо отворів на приблизно 22%. За наявності навколо отворів кільцевих включень виявлені механічні ефекти.

У *четвертому розділі* проведено дослідження НДС структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з прямокутним отвором. Здійснено порівняльний аналіз числового розрахунку НДС оболонок з відомими в літературі аналітичними розв'язками для окремих випадків однорідних оболонок. Виконано числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів включень на величину коефіцієнта концентрації напружень в оболонках з малими квадратними отворами. Визначені компоненти НДС структурно неоднорідних оболонок при варіюванні розмірів і механічних параметрів включень. Встановлені раціональні параметри включень, що надають змогу зменшити концентрацію напружень навколо локальних концентраторів напружень на приблизно 54%. Виявлені механічні ефекти за наявності навколо квадратних отворів стрічкових включень.

У *висновках* викладені основні результати роботи. Список літературних джерел, з моєї точки зору, досить повно відображає стан справ по тематиці дисертаційної роботи.

## **8. Оцінка структури дисертації, мови та стилю викладення**

Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку літературних джерел та двох додатків. Загальний обсяг дисертації

складає 150 сторінок, з основним текстом, який становить 110 сторінок. Список літературних джерел, який включає 165 найменувань, розташовано на сторінках від 108 до 123. Два додатки – на 27 сторінках. У роботі міститься 42 рисунки та 21 таблиця.

Текст дисертації написаний українською мовою з використанням сучасної наукової термінології. Викладення матеріалу в роботі є логічним та відповідає вимогам до кваліфікаційних наукових праць, а зміст роботи висвітлює основні результати наукових досліджень.

Отримані результати досліджень за змістом повністю відповідають спеціальності 113 Прикладна математика.

### **9. Зауваження щодо змісту дисертації**

У ході ознайомлення з роботою виникли такі зауваження:

1. З тексту не зрозуміло, яка саме теорія оболонок використовується у роботі.
2. Не достатньо уваги, на мій погляд, приділено опису положень методу скінченних елементів та питанням його збіжності.
3. У третьому розділі, на стор. 53, зустрічається фраза: «Приклади побудови сітки наведено на рис. 3.2», але надано лише один приклад. Причому незрозуміло, для якої саме із типів оболонок цей приклад наведено. Бажано було б прокоментувати цей рисунок, більш детально описати спосіб побудови адаптивної сітки, а також навести її параметри.
4. На графіках розподілу інтенсивності напружень вздовж розгортки контуру отворів (наприклад, рис. 3.5 на стор. 56; рис. 3.8 на стор. 63, рис. 3.10, рис. 3.11 на стор. 66 та ін.) доцільно було б вздовж осі ординат наводити безрозмірну величину як відносна інтенсивність напружень задля можливості зробити більш уніфіковані висновки.

Однак, суттєвих недоліків, які зменшували б цінність роботи, не виявлено. Зроблені зауваження і побажання не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи.

## 10. Загальні висновки

Викладене демонструє, що ця дисертаційна робота є результатом самостійного та завершеного наукового дослідження. Вона характеризується актуальністю обраної теми, науковою новизною, достовірністю одержаних результатів та чіткими висновками. Дисертаційна робота має як теоретичну, так і практичну цінність. Тематика роботи відповідає спеціальності 113 Прикладна математика.

Вважаю, що дисертаційна робота Семенчі Олексія Олександровича «Напружено-деформований стан тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з отворами», що представлена на здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика відповідає встановленим вимогам відповідно наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (Постанова Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 р. зі змінами від 21.03.2022 р.), а її автор Семенча Олексій Олександрович заслуговує присудження ступеня доктора філософії зі спеціальності 113 Прикладна математика.

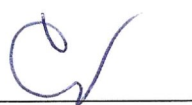
Офіційний опонент  
доктор фізико-математичних наук, професор,  
провідний науковий співробітник  
відділу термопластичності  
Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка  
НАН України



Павло СТЕБЛЯНКО

Підпис професора Стеблянка П. О. засвідчую:

Вчений секретар Інституту механіки  
ім. С. П. Тимошенка НАН України



Юрій Скосаренко