

## РЕЦЕНЗІЯ

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. **Актуальність** дисертаційної роботи обґрунтована тим, що задачі визначення напружено-деформованого стану тонкостінних конструкцій з неоднорідностями різного роду (отворами, тріщинами, порожнинами тощо) є складовими широкого класу задач механіки деформівного твердого тіла. Наявність таких неоднорідностей має суттєвий вплив на процеси деформування. Локальні концентратори напружень за певних навантажень або умов експлуатації можуть призвести до початку руйнівних процесів у конструкції. Це обумовлює важливість досліджень напружено-деформованого стану структурно неоднорідних тіл, пошук раціональних параметрів зниження локальної концентрації напружень навколо отворів, що є складною задачею і потребує застосування ефективних числових методів.

**Мета** дисертаційної роботи полягає у встановленні раціональних параметрів включень для зменшення концентрації напружень навколо отворів тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок за допомогою числового дослідження впливу виду, розмірів та механічних властивостей включень, з'ясуванні закономірностей зміни розподілу напружень і деформацій в структурно неоднорідних оболонках в залежності від їх форми і конфігурації отворів.

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

У **вступі** дисертаційної роботи обґрунтовано актуальність теми, окреслено

зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами, сформульовано мету та задачі дослідження.

**Перший розділ** дисертаційної роботи присвячений огляду проблематики розрахунку та зниження концентрації напружень у структурно неоднорідних оболонкових елементах тонкостінних конструкцій з отворами і включеннями. Виконано аналітичний огляд та аналіз праць з дослідження напружено-деформованого стану циліндричних і конічних оболонок з отворами і включеннями та підходів зі зниження концентрації напружень навколо отворів. Здійснено аналіз існуючих підходів щодо проблеми зниження концентрації напружень навколо отворів та огляд праць з методів розв'язування вказаних задач.

У **другому розділі** розглянуто застосування методу скінченних елементів до числового дослідження структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок. Наведені основні співвідношення цього методу, рівняння рівноваги для обох типів оболонок. Сформульована варіаційна постановка задач визначення напружено-деформованого стану вказаних оболонок з отворами і включеннями.

У **третьому розділі** роботи запропоновано математичні розрахункові моделі для визначення напружено-деформованого стану оболонкових елементів з неоднорідностями у вигляді отворів і включень з урахуванням специфіки їх геометрії. Запропоновано методику визначення параметрів напружено-деформованого стану оболонок з отворами і включеннями навколо них на основі використання методу скінченних елементів.

За допомогою цієї методики досліджено поведінку структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з круговим отвором. Проведено порівняльний аналіз числового дослідження з аналітичними розв'язками для окремих випадків. Здійснено комп'ютерне моделювання і числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів включень на величину коефіцієнта концентрації напружень в оболонках з отворами.

Встановлені раціональні параметри включень, що дають змогу зменшити



концентрацію напружень навколо отворів в оболонках обох видів.

**У четвертому розділі**, аналогічно попередньому, проведено дослідження поведінки структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з прямокутним отвором. Виконано порівняльний аналіз результатів числового розрахунку напружено-деформованого стану оболонок з відомими аналітичними розв'язками для окремих випадків. Проведено числовий аналіз впливу механічних і геометричних параметрів включень на величину коефіцієнта концентрації напружень в оболонках з квадратними отворами і включеннями навколо них при варіюванні їх ширини та механічних характеристик. Встановлені раціональні параметри включень, що надають змогу зменшити концентрацію напружень навколо отворів. Виявлені механічні ефекти щодо зміни локації зони концентрації напружень в залежності від виду отворів і сполучення параметрів включень.

**У висновках** наведено основні результати дисертаційної роботи, що виносяться на захист. Одержані результати мають наукову новизну і повністю відповідають досягнутій меті роботи.

**Список літературних джерел** достатньо повно відображає сучасний стан справ по тематиці дисертаційної роботи.

**У додатках** наведено інформацію про апробацію результатів дисертації та ілюстративний матеріал, що висвітлює ґрунтовний аналіз багатьох проведених обчислювальних експериментів.

**Наукова новизна** дисертаційного дослідження полягає у наступному:

- Розроблено математичні розрахункові моделі та методику визначення напружено-деформованого стану оболонкових елементів конструкцій з отворами і включеннями з урахуванням їх геометрії на основі застосування методу скінченних елементів.
- Проведено порівняльний аналіз результатів комп'ютерного моделювання поведінки оболонок двох видів за наявності кругових і квадратних отворів та включень навколо них з урахуванням механічних властивостей матеріалу і розмірів включень.

- Визначені компоненти напружено-деформованого стану і коефіцієнт концентрації напружень тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонок з різними отворами і включеннями навколо них при варіюванні механічних і геометричних параметрів включень з вивченням впливу включень на величину коефіцієнта концентрації напружень.
- Встановлені й обґрунтовані раціональні параметри включень, що дають змогу зменшити концентрацію напружень в оболонках навколо отворів; виявлено механічні ефекти щодо зміни локації зони концентрації напружень в залежності від виду отворів і сполучення параметрів включень.
- Встановлені закономірності зміни розподілу напружень і деформацій в оболонках обох видів з різними отворами в залежності від конфігурації отворів і властивостей включень.
- Розроблено рекомендації щодо застосування включень в тонкостінних структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонках з різними отворами, що дозволяє впливати на їх напружено-деформований стану з метою підвищення міцності елементів конструкцій.

Запропонована методика зменшення концентрації напружень навколо отворів має **практичне значення**, вона може бути застосована у науково-дослідних і проєктно-конструкторських організаціях при проєктуванні, розрахунку і оцінці міцності елементів конструкцій нової техніки. Одержані результати розв'язаних задач для структурно неоднорідних циліндричних і конічних оболонкових елементів конструкцій можуть безпосередньо використовуватися при прогнозуванні безпечної роботи відповідних конструкцій в машинобудуванні, енергетиці, будівництві, аерокосмічній техніці тощо.

Дисертаційна робота виконувалась у 2020–2024 рр. у відповідності з індивідуальним планом підготовки аспіранта кафедри теоретичної та



комп'ютерної механіки Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, а також 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.

Тема дисертації відображена автором у 4 статтях фахових наукових видань України категорії Б. Основні результати дослідження автора є самостійними. Вважаю, що ці публікації докладно висвітлюють зміст дисертаційної роботи та її ключові положення.

Основні положення та результати дисертаційної роботи **доповідалися й обговорювалися** на підсумкових наукових конференціях Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара протягом 2020–2023 рр., а також на 6 міжнародних конференціях.

Рукопис дисертації Семенчі О. О. написано українською мовою та оформлено відповідно до існуючих вимог. Отримані результати дослідження за змістом повністю відповідають спеціальності 113 Прикладна математика.

Під час ознайомлення з роботою виникли такі зауваження:

1. З тексту дисертації не зовсім зрозуміло, як саме перевіряється практична збіжність числового розв'язку. Слід було б більш детально приділити увагу саме цьому аспекту запропонованої методики.
2. У роботі не акцентовано увагу, у чому полягають переваги розроблених математичних моделей і методики у порівнянні з іншими підходами та методиками, що використовуються в механіці деформівного твердого тіла, та у чому їх недоліки.
3. Цікавим було б проаналізувати розподіл інтенсивності напружень не тільки вздовж розгортки отвору, а також вздовж вертикального перерізу в циліндричній і конічній оболонках та з'ясувати вплив розташування

отвору (наближення його до верхнього або нижнього торців конічної оболонки) на величину коефіцієнта концентрації напружень.

4. У роботі не вказано, у якому функціональному просторі розглядається функціонал енергії? На множині якого класу функцій шукається розв'язок?
5. Для можливості робити узагальнені висновки бажано було б на графіках (наприклад, рис. 3.8, рис. 3.10 і т.д.) наводити не  $\sigma_i$ , а безрозмірні величини ( $\sigma_i/p$ ).
6. У роботі є описки та неточності, наприклад, на стор. 20 посилання на джерело [7] не є коректним (виникає плутанина, номер 7 дублюється, за цим номером розташовані різні джерела у списку використаних джерел на стор. 108 та стор. 110). Таким чином, список використаних джерел складає не 165 найменувань, як задекларовано у роботі, а 166 найменувань. Також, вважаю, що при посиланнях більш доцільно було б використовувати позначку «—» для діапазону посилань, що йдуть за порядком (див. стор. 20).

Однак суттєвих недоліків при рецензуванні роботи не виявлено. Висловлені зауваження не є принциповими щодо суті роботи і стосуються технічних моментів викладення результатів та не зменшують наукової цінності дисертації в цілому.

Викладене демонструє, що 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.

Рецензент

доктор фізико-математичних наук, професор,  
професор кафедри обчислювальної математики  
та математичної кібернетики  
Дніпровського національного університету  
імені Олеся Гончара



Алла ШЕВЕЛЬОВА

*Підпис професора Шевельової А. Є. засвідчую:*

Вчений секретар ДНУ



Тетяна ХОДАНЕН