

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу **Кудіна Олексія Володимировича** «Напружено-деформований стан і стійкість тришарових пластин та оболонок з нелінійно-пружним заповнювачем», подану на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

**Актуальність теми дисертації.** Тонкостінні елементи конструкцій у вигляді пластинок і оболонок різноманітної форми знаходять широке застосування в машинобудуванні, промисловому та громадському будівництві, авіаційній та космічній техніці, суднобудуванні, радіоелектроніці тощо. Використання шаруватих, зокрема тришарових, оболонкових елементів дозволяє підвищити жорсткість конструкції, забезпечити такі додаткові властивості, як звуко- та термоізоляція, зменшити радіаційну проникність. Перераховані властивості тришарових пластин та оболонок забезпечуються завдяки використанню таких сучасних матеріалів, як композити, полімери, різноманітні сплави. Моделювання деформування тришарових пластин і оболонок з використанням нелінійного закону пружності у формі Г. Каудерера дозволяє підвищити точність і достовірність результатів розрахунків.

Тому, зважаючи на сказане, тема дисертаційної роботи Кудіна О.В., присвяченої розробці математичних моделей і методів дослідження напружено-деформованого стану та стійкості тришарових пластин і оболонок з врахуванням нелінійної пружності середнього шару, є **актуальною**.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційної роботи та одержані результати відповідають тематиці наукових досліджень за напрямками, що виконуються у Запорізькому національному університеті, а саме: держбюджетній темі № 9/13 «Розробка математичної моделі розподілу напружень у важконавантажених зубчатих колесах і створення прогресивної технології їх виготовлення» (№ державної реєстрації 0113U000804), держбюджетній темі № 3/15 «Математичне моделювання конструкцій неоднорідної структури на базі сучасних інформаційних технологій» (№ державної реєстрації 0115U000761), НДР «Гібридні аналітико-чисельні методи розв'язку актуальних задач неоднорідного середовища» (№ державної реєстрації 0114U002656), де автор був виконавцем.

Аналіз отриманих в роботі результатів дозволяє зробити наступні висновки щодо їх новизни, обґрунтованості і практичного значення.

**Наукова новизна та основні наукові результати дослідження** полягають в удосконаленні математичних моделей визначення напружено-деформованого стану і критичних навантажень тришарових круглих пластин і циліндричних оболонок з нелінійно-пружним за Г. Каудерером матеріалом заповнювача; побудові нелінійних функціоналів повної потенціальної енергії



тришарових кругових пластин і циліндричних оболонок, які враховують удосконалені математичні моделі; отриманні систем нелінійних диференціальних рівнянь рівноваги тришарових круглих пластин на основі удосконаленої математичної моделі; розвиткові підходів до розв'язання крайових задач і задач статичної стійкості тришарових круглих пластин та циліндричних оболонок з врахуванням фізичної нелінійності заповнювача; розв'язанні нових задач поперечного згину і стійкості для тришарових круглих та кільцевих пластин, а також циліндричних оболонок з нелінійно-пружним за Г. Каудерером середнім шаром.

**Практичне значення результатів дослідження.** Запропоновані математичні моделі дозволяють аналізувати вплив на напружено-деформований стан і критичні навантаження тришарових кругових пластин та циліндричних оболонок нелінійної пружності матеріалів шарів у формі Г. Каудерера. Розроблені математичні моделі і методи, складені алгоритми і програми, а також отримані розв'язки задач деформування і стійкості тришарових кругових пластин та циліндричних оболонок можуть бути використані в практиці науково-дослідних організацій і конструкторських бюро при оцінці міцності, стійкості та жорсткості тонкостінних елементів сучасних конструкцій.

Практичне значення одержаних в роботі результатів підтверджується також актом впровадження у навчальний процес математичного факультету Запорізького національного університету.

Сформульовані у дисертаційній роботі наукові положення, висновки і рекомендації є достатньо **обґрунтованими**.

Вибір об'єкта дослідження здійснено на основі огляду і аналізу літературних джерел у галузі визначення параметрів напружено-деформованого стану і стійкості тришарових елементів конструкцій. **Достовірність** отриманих в роботі результатів забезпечується коректністю математичних постановок розглянутих нелінійних задач, строгістю використання математичних методів, узгодженістю розв'язків задач у спрощеній постановці з чисельними результатами, отриманими за допомогою методу скінчених елементів, а також з відомими в літературі даними інших авторів.

**Оцінка змісту дисертації, її завершеності в цілому.** Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, одного додатку. Загальний обсяг дисертації становить 137 сторінок, 17 рисунків, 22 таблиці та список використаних джерел із 178 найменувань.

Структура і об'єм роботи відповідають вимогам до кандидатських дисертацій. В цілому дисертаційна робота Кудіна О.В. є завершеним науковим дослідженням. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту роботи і її основним положенням. Тексти дисертації та автореферату викладені на належному науковому рівні. Загальні висновки дисертаційної роботи мають чіткий характер і повністю відповідають її меті.

**Апробація результатів роботи та публікації.** Результати дисертаційної роботи доповідалися на 12-ти наукових конференціях: міжнародній конференції «Dynamical system modelling and stability investigation» (м. Київ, 2009 р.); міжнародній конференції «Актуальные проблемы механики деформируемого твердого тела» (м. Донецьк, 2010 р.); конференції молодих вчених та спеціалістів Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України «Сучасні проблеми машинобудування» (м. Харків, 2010 р.); міжнародній конференції «Dynamical system modelling and stability investigation» (м. Київ, 2011 р.); міжнародній конференції «Современные проблемы математики и ее приложения в естественных науках и информационных технологиях» (м. Харків, 2011 р.); міжнародній конференції «Актуальные проблемы прочности» (м. Харків, 2011 р.); «XVII Международной конференции по вычислительной механике и современным прикладным программным системам (ВСППС'2011)» (м. Алушта, 25-31 травня 2011 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми прикладної механіки та міцності конструкцій» (м. Ялта, 10-14 червня 2011 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми прикладної механіки та міцності конструкцій» (м. Запоріжжя, 8-10 червня 2012 р.); XVI міжнародній науково-практичній конференції «Естественные и математические науки в современном мире» (м. Новосибірськ, березень 2014 р.); міжнародній науково-технічній конференції «Актуальні проблеми прикладної механіки та міцності конструкцій» (м. Запоріжжя, 21-24 травня 2015 р.); I Всеукраїнській науково-технічній конференції «Комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем» (м. Дніпропетровськ, 3-5 листопада 2015 р.).

Також основні положення дисертації доповідалися і обговорювалися на міжвузівському науковому семінарі Запорізького національного університету «Актуальні проблеми прикладної математики і механіки» (під керівництвом д.т.н., проф. В.З. Грицака) і міжвузівському науковому семінарі при кафедрі будівельної механіки та опору матеріалів Придніпровської державної академії будівництва та архітектури «Нелінійні проблеми механіки» (під керівництвом д.т.н., проф. А.І. Маневича).

За матеріалами дисертації опубліковано 17 наукових робіт, серед яких 5 статей опубліковано у фахових виданнях, затверджених ДАК МОН України, 1 стаття в науковому виданні, що входить до зарубіжних наукометричних баз, 8 матеріалів і тез доповідей на наукових конференціях.

**Зауваження.** За змістом роботи можна зробити такі зауваження:

1. В дисертаційній роботі розглядається напружено-деформований стан і стійкість тришарової пластини з одними і тими ж геометричними та фізичними параметрами. Бажано було б розглянути задачі з більшим варіюванням радіусів пластин, товщин і матеріалів шарів.
2. Порівняння чисельних результатів розрахунків задач для тришарових пластин виконується лише в лінійно-пружній постановці, відсутнє порівняння у не-

лінійно-пружній постановці з іншими теоретичними або експериментальними роботами.

3. Задачі деформування та стійкості тришарових циліндричних оболонок розглядаються тільки для граничних умов защемлення країв. Було б доречно розглянути аналогічні задачі з іншими граничними умовами.

4. Збіжність методу Рітца проілюстрована лише для тришарових пластин, а в задачах деформування та стійкості тришарових оболонок збіжність методу не ілюструється.

5. Без пояснень використовуються лінійні статичні граничні умови при розв'язанні нелінійно-пружних задач.

6. У текстах дисертації та автореферату зустрічаються описки та русизми (наприклад, формули (2) і (14) в авторефераті та (2.15) і (4.15) в дисертації).

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи і не зменшують ступеня обґрунтованості та вірогідності основних результатів.

**Висновок.** Вважаю, що дисертаційна робота Кудіна О.В. на тему «Напружено-деформований стан і стійкість тришарових пластин та оболонок з нелінійно-пружним заповнювачем» є завершеною науковою працею, яка виконана на високому рівні. За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною та практичною цінністю результатів робота відповідає вимогам ДАК МОН України щодо кандидатських дисертацій, зокрема положенню про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», а її автор, Кудін Олексій Володимирович, за розробку математичних моделей і методів дослідження напружено-деформованого стану та стійкості тришарових пластин і оболонок з врахуванням нелінійної пружності матеріалу заповнювача заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент:

провідний науковий співробітник

відділу динаміки та стійкості суцільних середовищ

Інституту механіки ім. С.П.Тимошенка НАН України

доктор фізико-математичних наук, професор

С.А.Сторожук

Підпис С.А. Сторожука засвідчую:  
вчений секретар Інституту механіки  
ім. С.П.Тимошенка НАН України  
доктор фізико-математичних наук



О.П. Жук