

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Орленка Сергія Петровича «Динаміка тришарових оболонок обертання з дискретно неоднорідним заповнювачем», представленої на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

**Актуальність теми дисертації.** Використання шаруватих оболонок, при дії на них динамічних навантажень, дозволяє вирішити проблему матеріалоємності і ваги виробів при збереженні необхідної міцності і достатньої легкості. Для тришарових оболонок з різкою відмінністю фізико-механічних властивостей шарів слід застосовувати теорію незалежних кінематичних та статичних гіпотез до кожного шару. Тому є необхідність удосконалити методику визначення динамічної поведінки тришарових циліндричних та зрізаних конічних і сферичних оболонок при різноманітних граничних умовах і нестационарних розподілених і локальних навантаженнях. Розв'язання відповідних крайових задач пов'язане з великими труднощами обчислювального характеру. Тому існує нагальна потреба дослідження механічної поведінки тришарових оболонок з новітніх матеріалів з допомогою нових, вдосконалення існуючих ефективних чисельно-аналітичних підходів і використання сучасних скінчено-елементних комплексів. При цьому необхідно визначити характер динамічних процесів, які протікають в таких конструкціях для визначення їх міцності і життєздатності. Проведено аналіз коливань і напруженодеформованого стану тришарових циліндричних, конічних і сферичних оболонок з дискретно-симетричним легким, армованим ребрами заповнювачем, що значно підвищує міцність конструкцій при незначному збільшенні її ваги. Дослідження впливу неоднорідності тришарових оболонкових елементів конструкцій на їх механічну поведінку і отримання інформації про вплив механічних та геометричних властивостей шарів на параметри коливальних процесів при нестационарному деформуванні має принципове значення при розрахунку на конструктивну міцність досліджених об'єктів і є актуальною проблемою механіки деформівного твердого тіла.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана у відповідності до програм і планів наукових робіт Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України за наступними науковими темами: “Динаміка складних оболонкових систем при дії розподілених та локальних нестационарних навантажень” (шифр 1.3.1. 402 - 16, № ДР 0115U005704, 2016 - 2019 рр.), “Динамічне деформування елементів конструкцій сучасного машинобудування та стійкість і досяжність множин траєкторій механічних систем” (шифр 1.3.1. 410 - 17. № ДР

0117U000700, 2017 - 2021 pp.), та “Чисельне моделювання динаміки і статики шаруватих оболонкових елементів складної геометрії стосовно об'єктів атомної та космічної галузей” (шифр 1.3.1.6 417 - 20, № ДР 0119U103374, 2020 - 2024), співвиконавцем яких був дисертант.

**Новизна отриманих в дисертації наукових результатів** полягає в

- розробці нової розрахункової моделі тришарової несиметричної оболонки обертання з дискретно-симетричним легким, армованим ребрами, заповнювачем;
- на основі варіаційного принципу Гамільтона - Остоградського в рамках теорії оболонок та стержнів моделі С.П. Тимошенка виведені нові рівняння коливань несиметричних тришарових оболонок обертання з дискретно-симетричним легким заповнювачем з використанням незалежних гіпотез для кожного із шарів, які значно відрізняються фізико-механічними властивостями;
- вперше досліджений напружено-деформований стан несиметричної тришарової циліндричної оболонки з легким заповнювачем при імпульсному навантаженні;
- досліджений вплив дискретно-симетричного легкого, армованого ребрами, заповнювача на напружено-деформований стан несиметричної тришарової циліндричної оболонки з при динамічному навантаженні;
- отримані нові результати про напружено-деформований стан несиметричної тришарової конічної оболонки з дискретно-симетричним легким, армованим ребрами, заповнювачем при розподіленому імпульсному навантаженні;
- створена комплексна методика розрахунку динаміки несиметричної тришарової конструктивно-ортотропної сферичної оболонки з стільниковим заповнювачем при дії на неї плоскої ударної хвилі;
- досліджений вплив несиметрії тришарової напівсферичної оболонки з дискретно-симетричним заповнювачем на її напружено-деформований стан при дії імпульсного навантаження.
- вперше досліджений напружено-деформований стан несиметричної тришарової напівсферичної оболонки з дискретно-симетричним легким, армованим ребрами; заповнювачем при дії імпульсного розподіленого і локального навантаження;
- проведений аналіз перших власних частот досліджуваних несиметричних тришарових структур.

**Практичне значення отриманих результатів.** Практичне значення отриманих у роботі результатів полягає в тому, що розв'язання нових практичних задач поведінки несиметричних тришарових оболонок обертання з заповнювачем складної конструкції при нестационарних навантаженнях, можуть бути використані для дослідження прикладних задач в Інституті

механіки ім. С.П. Тимошенка, в Державному підприємстві «Державний науково-технічний центр з ядерної та радіаційної безпеки» (ДНТЦ ЯРБ), Державному підприємстві «НАЕК «Енергоатом», Національному технічному університету України ім. Ігоря Сікорського (Механіко-машинобудівний інститут) на Державному підприємстві «КБ Південне ім. М.К. Янгеля».

Конкретно результати дисертації Орленка С.П. використані на Державному підприємстві «КБ Південне ім. М.К. Янгеля», про що свідчить акт впровадження.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, їх достовірність.** Обґрунтованість та вірогідність результатів розрахунків динаміки тришарових оболонок обертання з дискретно-неоднорідним заповнювачем при нестационарних навантаженнях забезпечується:

- точним і детальним моделюванням геометрії несиметричних оболонок обертання, коректним (реалістичним) врахуванням фізико-механічних характеристик заповнювача;
- застосуванням МСЕ-моделі із оптимальним співвідношенням розмірів скінчених елементів, при яких забезпечується найкраща апроксимація параметрів НДС функціями напружень і деформацій;
- використанням кроку інтегрування, який забезпечує стабільність обчислювального процесу і практичну збіжність результатів при скінчено-різницевих розрахунках;
- верифікацією розробленої методики порівнянням з рішеннями тестових задач, з результатами альтернативних розрахунків (іншими програмними засобами) і натурних спостережень.

**Оцінка змісту дисертації та завершеності в цілому.** Дисертація складається з анотації (українською), вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 187 найменувань. Загальний обсяг дисертації складає 150 сторінок машинописного тексту, в тому числі, 57 рисунків, 1 таблиця, акт впровадження на 1 сторінці.

В цілому дисертаційна робота Орленка С.П. є завершеним науковим дослідженням. Автореферат дисертації повністю відповідає змісту роботи і її основним положенням. Тексти дисертації і автореферату викладені на належному науковому рівні. Загальні висновки дисертаційної роботи повністю відповідають її меті.

**Апробація результатів роботи та публікації.** Дисертаційна робота пройшла достатньо повну апробацію. Матеріали дисертації були представлені на Міжнародних конференціях: Мейш Ю.А., Орленко С.П.

Динамика составных оболочечных конструкций вращения при нестационарных загрузках // Міжнародна наукова конференція. Математичні проблеми технічної механіки та прикладної математики – 2019, Матеріали конференції. Дніпро, Кам'янське – 2019. – С.15; Луговий П.З., Скосаренко Ю.В., Орленко С.П. Методика дослідження напружено-деформованого стану оболонок з конструктивними особливостями. Там же – С.17; Луговий П.З., Орленко С.П. К постановке и решению динамических задач теории трехслойных конических оболочек с дискретным ребристым наполнителем // XVII міжнародна науково - технічна конференція "Удосконалювання енергоустановок методами математичного та фізичного моделювання" 7-11 жовтня 2019 р., м. Харків, Україна. 2019. – С.14; Орленко С.П. Динаміка тришарових конічних оболонок з підкріплленням та масами // 10 Міжнародна наукова конференція. «Математичні проблеми механіки неоднорідних структур» Львів. 2019. – С. 72-73; Мейш В.Ф., Мейш Ю.А., Орленко С.П. Динамические задачи теории трехслойных цилиндрических оболочек с кусочно – однородным заполнителем / Тези доповідей другої міжнародної науково – технічної конференції пам'яті академіка В.І. Моссаковського «Актуальні проблеми механіки суцільного середовища і міцності конструкцій». – Дніпро, 10-12 жовтня, 2019. – С. 178; Мейш Ю.А., Орленко С.П. К численному расчету нестационарных колебаний трехслойных цилиндрических оболочек с поперечным дискретным ребристым наполнителем / Актуальні проблеми інженерної механіки: тези доповідей VI Міжнародної конференції. – Одеса, 20 – 24 травня, 2019. - С. 215 – 216; Мейш В.Ф., Мейш Ю.А., Орленко С.П. До чисельного моделювання динамічної поведінки рівнянь оболонок типу еліптичного параболоїду при нестационарних навантаженнях // I Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція «Новітні технології в освіті, науці та виробництві» 18 квітня 2019 р. м. Київ, Україна. С. – 177; Орленко С.П. Дослідження динаміки тришарового сферичного куполу з дискретно-неоднорідним заповнювачем // Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Kharkiv, Ukraine. 2020. Pp. 111-114. URL: <https://sci-conf.com.ua>.

Окремі положення дисертації періодично доповідались на наукових семінарах відділу будівельної механіки тонкостінних конструкцій (Київ, 2019–2020 р.). В повному обсязі дисертація доповідалася і обговорювалася на науковому семінарі відділу будівельної механіки тонкостінних конструкцій Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України (Київ, 2020 р.); на семінарі секції за напрямком „Механіка оболонкових систем” Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України (Київ, 2020 р.); Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи з достатньою повнотою відображені в семи роботах у наукометричних фахових виданнях; 8 робіт у збірниках матеріалів і праць міжнародних наукових конференцій. Опубліковані роботи з достатньою повнотою передають зміст дисертації.

## **Зауваження по роботі**

- 1 З дисертації не ясно, яким чином вибиралася скінчений елемент, що забезпечував точність і достовірність отриманих результатів.
- 2 В дисертації не проаналізований аспект можливої втрати стійкості тришарових оболонок обертання при нестационарних навантаженнях.
- 3 В дисертації при дослідженні динаміки тришарових конічних оболонок розглянуто лише один варіант кута конусності.
- 4 Зроблені зауваження не впливають на загальний висновок по дисертації Оrlenka С.П. і носять характер рекомендацій.

## **Висновок**

Тематика і одержані результати роботи відповідають спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла і профілю спеціалізованої вченого ради Д 26.166.01. Дисертаційна робота Оrlenka С.П. «Динаміка тришарових оболонок обертання з дискретно неоднорідним заповнювачем», відповідає вимогам п. 9, 11, 12 «Порядок присудження наукових ступенів» затверджених Постановою Кабінету Міністрів України, а її автор Оrlenko Сергій Петрович заслуговує присудження йому вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент:

доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри теоретичної механіки,  
Київського національного університету  
будівництва та архітектури

B.B. Гайдайчук

Підпис засвідчує:

Проректор з наукової роботи

B.O. Плоский

