

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Мейш Юлії Анатоліївни «Динаміка підкріплених оболонок при нестационарних навантаженнях та оболонок з врахуванням дії ґрунтових середовищ», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

**Актуальність теми дисертації.** В нашій країні поряд із фундаментальними дослідженнями виконуються роботи з прикладних проблем, що забезпечують розвиток нових прогресивних технологій у різних галузях народного господарства. Зокрема, це проблеми взаємодії неоднорідних оболонкових структур з пружними середовищами, які моделюються ґрунтами.

При взаємодії неоднорідних оболонок (підкріплених оболонок) з ґрунтовими середовищами в рамках моделей механіки суцільних середовищ, Вінклера, Пастернака виникає необхідність достовірної оцінки ресурсів матеріалу конструкцій з врахуванням вказаних факторів. З аналізу джерел випливає, що при розв'язанні задач деформування неоднорідних конструкцій зовнішніми силами більшість дослідників нехтують зв'язком зовнішніх сил з деформівним об'єктом, що в ряді випадків приводить до значних помилок розрахунків динаміки поведінки вихідного об'єкту. Цей зв'язок є суттєвим в динамічних процесах деформування неоднорідних тонкостінних конструкцій, зокрема підкріплених оболонок, які взаємодіють з ґрунтовими середовищами під дією імпульсних та ударних навантажень. Інтенсивні впливи приводять до ряду нелінійних ефектів як в конструкціях, так і в ґрунтах (незворотні деформації матеріалу конструкцій, відрив ґрунта від конструкції і т.д.). Виходячи з цього, математичне формулювання та розв'язання проблеми взаємодії підкріплених оболонок з ґрунтовими середовищами з врахуванням нелінійних ефектів в них приводить до складних початково-крайових задач, розв'язання яких є актуальним із наукової та практичної точок зору.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження, що проведені в дисертаційній роботі, виконано у відповідності з науковими темами Інституту механіки ім. С. П. Тимошенка НАН України, а саме: держбюджетними темами НДР: № 347 “Стійкість пластинчато-оболонкових циліндричних систем і оболонок з локальними початковими прогинами” терміном І кв. 2005- І кв. 2007р.; постанова Бюро ВМех НАН України від 11.07.2007р. протокол №4 1.3.1.367 - 08 “Стійкість та коливання

конструкцій з циліндричних оболонок та пластин з врахуванням впливу зовнішнього середовища та технологічних особливостей” терміном ( 2008 - 2012 рр., номер державної реєстрації 0107U008618); постанова Бюро VMex НАН України від 08.11.2011р. протокол №5 1.3.1.382 - 12 “Дослідження механічної поведінки неоднорідних анізотропних елементів сучасних конструкцій складної структури за допомогою нових підходів на основі різних моделей” терміном ( 2012 - 2016 рр., номер державної реєстрації 0102U000249); постанова Бюро VMex НАН України від 26.06.2015р. протокол №5 1.3.1.402 - 16 “Динаміка складних оболонкових систем при дії розподілених та локальних нестационарних навантажень” терміном ( 2016 - 2019 рр., номер державної реєстрації 0115U005704); пошуковими темами НДР: № 474- П “Розробка нового підходу до чисельного розрахунку критичних навантажень недосконалих гладких і ребристих оболонок та його експериментальне обґрунтування” терміном II кв 2007 – II кв. 2009р.; постанова Вченої ради Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України від 18.12.2012р. протокол № 11 1.3.2.513 П- 13 “ Коливання та стійкість гладких та дискретно підкріплених циліндричних оболонок на пружній основі при статичних та імпульсних навантаженнях” терміном I кв. 2013 р. - IV кв.2013 р.; тема впровадження НДР постанова Бюро VMex НАН України від 02.10.2013р. протокол №3 1.3.1.392-14 “Коливання та стійкість гладких та дискретно підкріплених циліндричних оболонок при статичних та імпульсних навантаженнях ” (2014 - 2015 рр., номер державної реєстрації 0114U002164). Договір про наукове співробітництво № 7 від 14 квітня 2013 р. з «Конструкторським бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля»; договір з «Конструкторським бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля» «Динаміка і міцність оболонок обертання» № 151 – 2016.

**Наукова новизна та основні наукові результати дослідження** полягають в створенні нової науково-обґрунтованої загальної методики математичного дослідження НДС неоднорідних елементів конструкцій на основі пружних середовищ Вінклера та Пастернака, розв’язку зв’язаних задач теорії оболонка – ґрунтового середовища в рамках механіки суцільних середовищ включаючи:

- уточнену постановку задач та вивід рівнянь осесиметричних та неосесиметричних коливань дискретно підкріплених оболонок обертання, що контактують з ґрунтовим середовищем;

- постановку та чисельний розв'язок зв'язаних задач: циліндрична оболонка – нескінченне одношарове ґрунтове середовище, сферична оболонка – нескінченне одношарове ґрунтове середовище, циліндрична оболонка – двошарове ґрунтове середовище, циліндрична оболонка – ґрунтове середовище періодичної структури;
- на основі розв'язку задач про вимушені коливання оболонка – ґрунтове середовище, є можливість визначити коефіцієнт Вінклера в залежності від геометричних (нескінченний циліндр, замкнена сфера) та фізико – механічних параметрів ґрунтового середовища. Знайдені залежності в подальшому використовуються при розв'язанні більш складних задач вимушених коливань теорії оболонок на пружній основі;
- розробку чисельних алгоритмів розв'язування динамічних задач неоднорідних оболонкових структур на пружній основі з врахуванням коефіцієнта Вінклера, знайденого з розв'язку зв'язаних задач оболонка – ґрунтове–середовище;
- отримання розв'язків задач осесиметричних та неосесиметричних коливань дискретно підкріплених оболонок обертання на пружному середовищі при нестационарних навантаженнях в залежності від геометрії об'єкту та фізико – механічних параметрів ґрунтового середовища
- виконання аналізу отриманих результатів та виявлення нових властивостей та закономірностей протікання хвильових процесів, які обумовлені дискретністю розміщення ребер та впливу ґрунтового середовища.

**Практичне значення результатів дослідження** полягає в тому, що розв'язки нових задач динаміки дискретно підкріплених оболонок обертання на пружній основі при імпульсних навантаженнях, які одержані в роботі, можуть бути застосовані для дослідження прикладних задач, які виникають при прогнозуванні динамічної поведінки колекторів нафтових та газових свердловин при застосуванні імпульсних технологій інтенсифікації видобутку вуглеводнів, складанні проектів проведення вибухово–прострільних робіт в копальнях, оцінці аварійних ризиків в пускових шахтах та захисних оболонкових структурах атомних електростанцій, визначенні ефективності підкріплень при модернізації підземних трубопроводів. Практичне значення мають також розроблені в роботі теоретичні методики визначення коефіцієнтів пружної основи для водонасичених ґрунтів.

Теоретичні та практичні результати, які викладені в дисертації, знайшли практичне застосування в «Конструкторському бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля», зокрема, при дослідженні розділення ступенів ракет носіїв і космічного обладнання з допомогою пірозамків розташованих у відповідних оболонках – адаптерах, які підлягають локальним імпульсним навантаженням великої інтенсивності. Акт впровадження результатів прикладається.

**Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій.** Всі висновки досліджень отримані в результаті коректно поставлених задач теорії підкріплених оболонок при нестационарних навантаженнях та оболонок з врахуванням дії ґрунтових середовищ, з залученням строгого та коректного математичного апарату, надійних чисельних методів і програмного забезпечення. Одержані результати перевірялися на еталонних задачах даного класу.

**Оцінка змісту та завершеності в цілому.** Робота складається із вступу, шести розділів, висновків та списку використаної літератури (295 найменувань на 28 сторінках) та додатку. Загальний обсяг роботи становить 299 сторінок тексту, 65 рисунків та графіків, 5 таблиць, додаток на 1 сторінці. Структура і об'єм роботи відповідають вимогам до докторських дисертацій.

В цілому дисертаційна робота Мейш Ю.А. 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: «Обчислювальна та прикладна математика» (Київ, 2002 р.); "Dynamical system modeling and stability investigation" (м. Київ, 2003 р.), IX Міжнародна конференція ім. акад. М. Кравчука (м. Київ, 2002 р.), кримській Міжнародній математичній школі "Метод функцій Ляпунова і його додатки" (м. Алушта, 2008 р., 2010 р.), Міжнародних конференціях "Математичні проблеми технічної механіки" (м. Дніпродзержинськ, 2005 р., 2006р., 2007 р., 2009 р., 2011 р., 2012 р., 2013 р., 2014 р., 2016 р.); Восьмая Крымская Международная Математическая школа МФЛ (Крым, Алушта, 2006 г.); XVII Міжнародному симпозиумі «Динамические и технологические проблемы механики конструкций» им. А.Г. Горшкова (Москва, 2011 г.);

«Актуальные проблемы инженерной механики» (Миколаїв, 2011 р., 2012 р.); "Актуальні проблеми прикладної механіки й міцності конструкцій" (м. Ялта, 2011 р.; м. Запоріжжя, 2012 р.), VII Всероссийской конференции (МГТУ им. Баумана, Москва, 2013 г.); III Международной научно – практической конференции «Проблемы и перспективы развития транспортных систем и строительного комплекса» (Гомель, 2013 г.); VII Международная конференция «Актуальные проблемы механики деформируемого твердого тела» (Донецк – Мелекино, 2013 г.); «Теория оболочек и мембран в механике и биологии: от макро- до наноразмерных структур» (Минск, Беларусь, 2013 г.); «Сучасні проблеми механіки деформівного твердого тіла, диференціальних та інтегральних рівнянь» (Одеса, 2013 р.); «Математика в сучасному технічному університеті» (II Міжнародна науково – практична конференція, Київ, 2013 р.); «Актуальные проблемы инженерной механики» (Одесса, 2015 г., 2016 г.); на Всеукраїнських наукових конференціях: «Математичні проблеми технічної механіки» (II, 2002 р., III 2003 р., IV 2004 р., м. Дніпродзержинськ); «Механика деформируемого твердого тела - 2008» (конференция молодых ученых, посвященная 90-й годовщине НАН Украины и Института механики им. С.П. Тимошенко НАН Украины, 2009 г.); «Сучасні проблеми природничих наук та підготовки фахівців у цій галузі» (XII Всеукраїнська науково – методична конференція, м. Миколаїв, 2009 р.); «Сучасні науково – методичні проблеми у вищій школі» (Всеукраїнська науково – методична конференція, м. Київ, 2013 р.); «Сучасні проблеми фізико – математичних наук та підготовка фахівців у цій галузі» (XIV Всеукраїнська науково – методична конференція присвячена 100 – річчю з дня заснування МНУ ім. В.О. Сухомилинського, м. Миколаїв, 2013 р.) на українсько-російському семінарі "Нестационарні процеси деформування елементів конструкцій, обумовлені дією полів різної фізичної природи" (м. Львів, 2012 р.); «Математичне моделювання та математична фізика» (Всеукраїнська наукова конференція присвячена 165 – річчю від дня народження С.В. Ковалевської, м. Кременчук, 2015 р.). Окремі положення дисертації періодично доповідались на наукових семінарах відділу будівельної механіки тонкостінних конструкцій (Київ, 2013–2016 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, 2016 р.); на семінарі секції за напрямком „Механіка оболонкових систем” Інституту механіки

ім. С. П. Тимошенка НАН України (Київ, 2016 р.); на засіданні загальноінститутського наукового семінару з механіки Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України (Київ, 2016); на семінарах кафедри вищої математики та кафедри теоретичної та прикладної механіки Національного транспортного університету (Київ, 2016).

За результатами дисертації опубліковано 71 роботу, в тому числі 10 публікацій у індексованих Google Scholar наукових виданнях, 17 статей у фахових журналах і збірниках України, 44 роботи у збірниках матеріалів і праць міжнародних наукових конференцій. Зазначені наукові роботи були опубліковані після захисту (2001 р.) кандидатської дисертації автора, а їх матеріали не включалися до кандидатської дисертації.

В опублікованих наукових працях достатньо повно викладені основні результати дисертаційної роботи.

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

1. В роботі розглядаються задачі динамічної поведінки підкріплених оболонок при імпульсних навантаженнях. Але не показано, який критерій міцності доцільно використовувати при цьому. Як визначається, що матеріал конструкції знаходиться в пружній області і чи не появилися незворотні деформації?
2. В матеріалах дисертації наведено матеріали про динамічну поведінку адаптера в космічних апаратах (постановка задач, алгоритм, розв'язки модельних задач). А в матеріалах автореферату практично про це не говориться.
3. Автор в матеріалах дисертації використовує модель ґрунту в рамках нелінійного пружного трьохкомпонентного середовища. Але є більш сучасні моделі такого підходу з врахуванням області пластичних деформацій ґрунту. Зокрема, модель пружнопластичного середовища С.С. Григоряна, модель твердого в'язкопластичного середовища В.М. Ляхова і т.д. Чим був обґрунтований вибір Вашої моделі?
4. В рамках прийнятих гіпотез достовірність отриманих розв'язків задач не викликають сумнівів. Разом з тим хілось би бачити їх кореляцію з експериментами, хоча б інших авторів. Почути висновок про доцільність та можливості використання більш простих розрахункових схем.
5. У висновках роботи відсутні кількісні характеристики переваг запропонованих методик. Наприклад, на скільки відсотків відрізняються

напруження або деформації по уточненим розв'язкам. Це підсилило б враження від роботи.

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

**Висновок.** За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, практичною та теоретичною цінністю результатів дисертаційна робота Мейш Ю.А. на тему «Динаміка підкріплених оболонок при нестационарних навантаженнях та оболонок з врахуванням дії ґрунтових середовищ» відповідає вимогам положення про «Порядок присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника», щодо докторських дисертацій, а її автор, Мейш Юлія Анатоліївна, за створення нової науково-обґрунтованої загальної методики математичного дослідження НДС неоднорідних елементів конструкцій на основі пружних середовищ, розв'язку зв'язаних задач теорії оболонка – ґрунтове середовище в рамках механіки суцільних середовищ заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор

завідувач відділу повзучості і тривалої міцності

Інституту проблем міцності

ім. Г.С. Писаренка НАН України

М.К. Кучер

Підпис д.т.н. Кучера М.К. засвідчую:

Учений секретар Інституту проблем міцності

ім. Г.С. Писаренка НАН України

канд. технічних наук



В.І. Скрипченко