

## ВІДГУК

офіційного опонента д.т.н. проф. Дзюби Анатолія Петровича  
на дисертаційну роботу Склепуса Сергія Миколайовича  
“Повзучість та пошкоджуваність тіл складної форми із матеріалів  
з характеристиками, що залежать від виду навантаження”,  
подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук  
за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла

**Актуальність теми дисертації.** Для виготовлення елементів конструкцій сучасної техніки все ширше використовуються нові матеріали, характеристики повзучості та пошкоджуваності яких залежать від виду навантаження. З урахуванням досить складної геометричної форми силових елементів таких інженерних конструкторських, та значними математичними труднощами, які пов’язані з розв’язуванням нелінійних початково-крайових задач повзучості та пошкоджуваності, виконання розрахунків на повзучість та довготривалу міцність з використанням класичних теорій повзучості призводить до неприпустимих в таких інженерних розрахунках похибок.

Цим можна пояснити досить обмежену кількість робіт, в яких досліджується повзучість тіл складної форми як із традиційних конструкційних матеріалів, так і з матеріалів, що виявляють залежність характеристик від виду навантаження. Слід зазначити також, що переважна більшість практичних розрахунків повзучості елементів конструкцій виконується за допомогою методу скінченних елементів. У той же час, незважаючи на високу вартість скінченно-елементних комплексів, таких, наприклад, як ANSYS, ABAQUS та ін., в них відсутні фрагменти, які дозволяли б враховувати пошкоджуваність внаслідок повзучості та залежність характеристик повзучості від виду навантаження. Тому розробка нових визначальних спів відношень та методів розв’язування нелінійних початково-крайових задач повзучості та пошкоджуваності для тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження, є актуальною проблемою механіки деформівного твердого тіла.

Свідченням актуальності роботи є також те, що вона виконувалась у відповідності з важливими для галузі **науковими програмами, планами, темами** НАН України. Це зокрема, п’ять держбюджетних науково-дослідних тем, які виконувались за участі автора упродовж 1996 – 2017 рр. в Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, а також за фінансової підтримки кількома іноземними науковими фондами чотирьох міжнародних грантів.

**Новизна наукових положень, висновків та рекомендацій** полягає у наступному:

- побудовано нові визначальні співвідношення повзучості для початково-ізотропних матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження, які дозволяють враховувати реальні (експериментально встановлені) ефекти деформування: різне поведіння матеріалу при одновісному розтягу і стиску, незалежний закон деформування в умовах чистого кручення, непружна стисливість, ефект Пойнтинга, вплив гідростатичного стиску, різний розвиток пошкоджуваності при розтягу, стиску та в умовах чистого кручення, анізотропію, обумовлену пошкоджуваністю;

- розроблено нову чисельно-аналітичну методику розв’язання нелінійних початково-крайових задач повзучості та пошкоджуваності для тіл складної геометричної форми, що базується на спільному застосуванні методів R-функцій, Рітца та Рунге-Кутта-Мерсона;

– вперше побудовано загальні і часткові структури розв’язку для основних тривимірних задач повзучості та пошкоджуваності і структури розв’язку для осесиметричної задачі повзучості та пошкоджуваності кусково-однорідних тіл обертання;

– отримано розв’язки нових задач повзучості тіл із матеріалів, які мають характеристики, що залежать від виду навантаження: пластин з отворами, що знаходяться в умовах плоского напруженого стану; тонких пологих оболонок, гнучких пологих оболонок складної форми в плані; пологих оболонок і пластин середньої товщини; осесиметрично навантажених однорідних та кусково-однорідних тіл обертання зі складною формою меридіонального перерізу. Досліджено вплив геометричної форми та напрямку прикладеного навантаження на повзучість та пошкоджуваність.

**Обґрунтованість та достовірність одержаних результатів, наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації:**

- наукові задачі досліджень поставлені коректно;
- при розробці фізичних рівнянь повзучості використовуються добре апробовані основні положення загальної теорії визначальних співвідношень суцільних середовищ;
- проведені співставлення теоретичних та експериментальних даних для великої кількості матеріалів, які виявляють залежність характеристик від виду навантаження;
- достовірність числових результатів розрахунку повзучості, пошкоджуваності та часу до руйнування пластин, оболонок та осесиметрично навантажених тіл обертання забезпечується використанням універсальних математичних методів та перевіркою практичної збіжності результатів шляхом зміни розмірності апроксимаційного простору і точності інтегрування;
- одержані результати вірефіковані також розв’язуванням тестових прикладів та зіставленням із розв’язками інших авторів.

У цілому можна вважати, що наукові положення, висновки та методика, які розвинуті в дисертації, є достатньо обґрунтованими та достовірними, оскільки ґрунтуються на глибокому порівняльному аналізі досліджуваних явищ та результатах практичної реалізації окремих результатів роботи.

**Значення отриманих результатів дослідження.**

*Теоретичне значення* отриманих результатів роботи полягає у можливості використання нових напрацювань, узагальнень, розроблених підходів, моделей, методів, алгоритмів та методик застосування отриманих визначальних співвідношень повзучості як науково-методичної основи розв’язування початково-крайових задач повзучості і пошкоджуваності, що ґрунтуються на використанні методу R-функцій та становлять теоретичну основу інженерних розрахунків повзучості, пошкоджуваності і тривалої міцності конструктивних елементів складної форми, виготовлених як із матеріалів, що виявляють залежність характеристик повзучості та пошкоджуваності від виду навантаження, так і з традиційних матеріалів, нечутливих до виду навантаження.

*Практична цінність* результатів роботи полягає у можливості безпосереднього використання створеного автором комплексу програм на мові C++ для комп’ютерного моделювання та дослідження повзучості і пошкоджуваності елементів конструкцій, розрахунковими схемами яких є тонка полого оболонка, полого оболонка середньої товщини, пластина, осесиметрично навантажене однорідне та кусково-однорідне тіло обертання, циліндричне тіло в умовах плоскої деформації.

**Структура та оформлення дисертації.** Робота складається із вступу, восьми

розділів, висновків, списку використаних джерел (432 найменування на 43 сторінках) та додатку. Загальний обсяг роботи становить 365 сторінок (обсяг основного тексту становить 292 сторінки), 65 рисунків і графіків, 5 таблиць та додаток.

У цілому структура, обсяг роботи, а також оформлення дисертації і автореферату відповідають вимогам МОН України до докторських дисертацій.

### **Публікації та апробація дисертації.**

Основні результати дисертації опубліковані в 54 наукових працях (21 без співавторів). З них одна монографія, 29 статей, з яких 27 у фахових вітчизняних виданнях, 10 публікацій в іноземних виданнях, серед яких 8 у виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах та 14 – у матеріалах міжнародних конференцій.

Опубліковані в вітчизняних та іноземних наукових виданнях наукові праці достатньо повно відображають основні результати дисертаційної роботи, яка пройшла достатньо широку апробації на багатьох авторитетних міжнародних наукових конференціях та семінарах, як в Україні так і за кордоном.

Відзначаючи загальний високий науковий рівень дисертації, новизну, теоретичне та прикладне значення отриманих результатів, слід все ж зробити наступні **зауваження**.

1. В дисертації недостатньо уваги приділено порівняльному аналізу доцільності застосування тих чи інших із чотирьох отриманих автором нових видів визначальних співвідношень. Наявність такого аналізу дозволила б виробити важливі практичні рекомендації щодо доцільності застосування відповідних співвідношень для окремих конкретних випадків. Бажано було б також більш чітко окреслити коло задач ефективного застосування підходу.
2. Результати розв'язку тестових задач, які наведені у підрозділах 4.10, 6.2 та 7.3, слід було б викласти у вигляді окремого підрозділу. Це дозволило б автору сформулювати певні практичні рекомендації щодо використання розробленого підходу. В поданому ж варіанті роботи ці результати мають роль лише допоміжного (ілюстративного) характеру.
3. Важливим надбанням дисертації є розроблене автором програмне забезпечення реалізації розробленого підходу. У той же час дані про структуру, можливості та ефективність цього програмного комплексу в дисертації відсутні, що знижує можливості безпосереднього застосування результатів роботи.
4. Не можна вважати достатнім опис розробленої чисельно-аналітичної методики розв'язування нелінійних початково-крайових задач повзучості та пошкоджуваності для тіл складної геометричної форми, що базується на спільному застосуванні методів R-функцій, Рітца та Рунге-Кутта-Мерсона. Відповідні додаткові обґрунтування та узагальнення надали б можливість цим результатам бути корисними і для суміжних галузей.
5. Невдалими є посилання в авторефераті на список власних (стор. 5) публікацій в однаковому вигляді [...] з посиланнями в колонтитулах [1], [2], [3], [4] на сторінках 1, 12, 16, 27, відповідно;

В той же час зазначені недоліки не стосуються актуальності проведених досліджень, наукової новизни, достовірності та практичної цінності отриманих результатів і тому не знижують загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи у цілому.

### **Висновки щодо відповідності дисертації встановленим вимогам МОН України.**

В цілому дисертаційна робота Склепуса Сергія Миколайовича виконана на досить високому науковому рівні, і є цілісним завершеним науковим дослідженням, в якому одержані нові наукові результати, які у сукупності розв'язують важливу науково-технічну проблему, що пов'язана із розробкою та обґрунтуванням нової методики дослідження повзучості і пошкоджуваності тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження. Результати та висновки дисертаційної роботи повністю відповідають меті та поставленим завданням, а автореферат є ідентичним положенням дисертації і у повній мірі відображає основний зміст.

Тема, зміст та результати дисертації відповідають паспорту спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла (технічні науки).

Вважаю, що за актуальністю теми, високим науковим рівнем виконаних досліджень, новизною, науковим та прикладним значенням одержаних результатів дисертаційна робота Склепуса С. М. «Повзучість та пошкоджуваність тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження» відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів...», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 656 зі змінами, затвердженими Постановами Кабінету Міністрів України № 656 від 19 серпня 2015 р., № 1159 від 30.12.2015 р., а її автор Склепус Сергій Миколайович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент,  
Заслужений діяч науки і техніки України,  
проф. каф. теоретичної і комп'ютерної механіки  
Дніпропетровського національного  
університету ім. Олеся Гончара,  
доктор технічних наук, професор

А. П. Дзюба

Підпис професора Дзюби А. П. засвідчую  
Проректор з наукової роботи Дніпропетровського  
національного університету ім. Олеся Гончара, проф.



В. І Карплюк