

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, професора Пошивалова Володимира Павловича на дисертаційну роботу Склепуса Сергія Миколайовича «Повзучість та пошкоджуваність тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження», представлену на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.04 - механіка деформівного твердого тіла

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Відповідальні елементи конструкцій газових турбін, атомних реакторів, літаків, ракет, хімічних апаратів тощо працюють при суттєвих деформаціях високотемпературної повзучості, які супроводжуються процесами накопичення пошкоджень. Забезпечення високої надійності та довговічності таких виробів вимагає побудови визначальних рівнянь повзучості матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження і розробці методів розв'язання нелінійних початково-крайових задач, що виникають при вивченні напружено-деформованого стану в тілах складної форми з урахуванням незворотних деформацій повзучості та пошкоджуваності внаслідок повзучості. Окрім цього для сучасної механіки деформівного твердого тіла характерно прагнення до врахування та адекватного опису різноманітних ефектів, що супроводжують процес деформування матеріалів і елементів конструкцій під час довготривалої експлуатації. Дослідження залежності деформаційних характеристик твердих тіл від виду навантаження відноситься до одного з перспективних і найменш вивчених напрямків сучасної механіки деформівних середовищ.

Тому можна вважати, що дисертаційна робота Склепуса С.М., яка спрямована на розробку та обґрунтування нового підходу дослідження повзучості і пошкоджуваності тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження, є актуальною як з наукової, так і з прикладної точок зору та сприяє розвитку спеціальності 01.02.04 - механіка деформівного твердого тіла.

Робота має зв'язок з науковими планами та темами. Дослідження за темою дисертаційної роботи виконувалися у відповідності з планом науково-дослідних робіт Інституту проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України за темами: «Розвиток теорії R-функцій (RFM), розширення її предметної області, удосконалення конструктивних і програмних засобів» (1996-2000 рр., № ДР 0198U004125); «Розвиток чисельних методів теорії R-функцій і їх застосування» (2001-2005 рр., № ДР 0102U001479); «Створення нових безсіткових методів розв'язання крайових задач математичної фізики на

основі теорії R-функцій» (2006-2010 рр., № ДР 0106U000483); «Математичне моделювання фізичних процесів в елементах конструкцій енергетичних машин на основі атомарних та R-функцій» (2011-2015 рр., № ДР 0111U001756); «Розробка методів дослідження фізичних процесів в енергетичних установках на основі теорії R-функцій» (2016-2020 рр., № ДР 0115U001940).

Також наукові дослідження, виконані в дисертації, були підтримані і фінансувалися німецькою службою академічних обмінів (DAAD) у 1996, 2001 рр. (Технічний університет північної Рейн-Вестфалії (RWTH), м. Аахен, 325-95 mј, 322/cs-e) та в 2008 р (Бранденбурзький технічний університет (BTU), м. Коттбус, 322/phi-e) в рамках проектів федерального міністерства освіти і наукових досліджень.

Дисертаційна робота включає 365 сторінок машинописного тексту і складається з вступу, 8 розділів, висновків, списку використаних джерел (432 найменувань), додатку з актом впровадження результатів дослідження і містить 189 рисунків та 5 таблиць.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Основні положення та висновки дисертаційної роботи Склепуса С.М. можна вважати обґрунтованими. Робота базується на фундаментальних положеннях класичної теорії повзучості та пошкоджуваності матеріалів. У дисертації детально викладено запропонований метод дослідження поставленої проблеми; наведена низка тестових прикладів по розрахунку пластин з різними отворами та пологих оболонок при повзучості та пошкоджуваності, які виконані зі застосуванням методів R-функцій та Рунге-Кутта-Мерсона.

Достовірність отриманих у дисертації результатів забезпечено коректністю постановки задач, коректним застосуванням математичного апарату, відповідністю одержаних нових результатів фізичним міркуванням та існуючим уявленням про процес повзучості та пошкоджуваності матеріалів, встановленням збіжності отриманих результатів, розв'язанням тестових задач та порівнянням результатів з наведеними в літературних джерелах чисельними розв'язками інших авторів, а також задовільним узгодженням результатів теоретичних розрахунків по запропонованим визначальним співвідношенням з відомими експериментальними даними по повзучості різних металевих матеріалів.

Наукова новизна отриманих результатів. Новими науковими результатами роботи можна визнати наступні:

- у рамках запропонованого підходу, що базується на використанні експериментальних даних на макрорівні (дані випробувань зразків матеріалу) та мезорівні (дані металографічних досліджень), а також головних положень загальної теорії визначальних співвідношень суцільного середовища, отримано нові визначальні співвідношення повзучості для ізотропних матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження. Показано, що запропоновані співвідношення описують усі ефекти, пов'язані з впливом виду навантаження, а саме різноспірність розтягу/стиску, незалежний закон деформування в умовах чистого кручення, непружна стисливість, вплив гідростатичного стиску, ефект Пойнтинга, різний розвиток пошкоджуваності при розтягу, стиску та при крученні;

- сформульовані тривимірні нелінійні початково-крайові задачі повзучості та пошкоджуваності для тіл довільної форми. Отримано нові варіаційні постановки крайових задач повзучості. Розроблено ефективну методику розв'язання початково-крайових задач повзучості та пошкоджуваності, що базується на спільному застосуванні методів R-функцій та Рунге-Кутта-Мерсона. Для тривимірних задач повзучості та осесиметричних задач повзучості кусково-однорідних тіл обертання вперше побудовано структури розв'язків, що точно задовольняють основним видам крайових умов;

- сформульовані та розв'язані нові двовимірні початково-крайові задачі повзучості та пошкоджуваності для тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження: осесиметрично навантажених однорідних та кусково-однорідних тіл обертання; пластин з отворами під дією сил в площині; тонких пластин і пологих оболонок з заданим планом в геометрично-лінійній та геометрично-нелінійній постановках; пологих оболонок і пластин середньої товщини. Досліджено вплив напрямку прикладених зовнішніх сил на процеси повзучості, накопичення пошкоджуваності внаслідок повзучості та на час до руйнування. Обґрунтована необхідність урахування залежності характеристик матеріалу від виду навантаження при дослідженні повзучості пластин, пологих оболонок та осесиметрично навантажених тіл обертання.

Повнота викладу наукових положень, висновків і рекомендацій в опублікованих працях. Основні наукові результати, положення та висновки дисертаційної роботи достатньо повно викладені 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, зокрема, «Engineering Fracture Mechanics», «International Journal of Damage Mechanics», «International Journal of Solids and Structures» та ін., з яких 8 у виданнях, що індексуються у міжнародних наукометричних базах та 14 у матеріалах міжнародних конференцій.

Матеріали дисертації обговорювались на багатьох міжнародних наукових конференціях та мають апробацію у колі спеціалістів з механіки деформівного твердого тіла.

Автореферат містить усі основні положення й висновки дисертаційної роботи і відповідає вимогам ДАК Міністерства освіти і науки України.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що запропоновані в роботі методи розв'язання нелінійних початково-крайових задач та програмний комплекс можуть бути використані в практиці роботи конструкторських бюро і науково-дослідних установ, які займаються розрахунками довготривалої міцності і довговічності конструктивних елементів складної геометричної форми виготовлених із матеріалів, що виявляють ускладнені властивості в умовах повзучості.

Рекомендації щодо використання отриманих результатів. Результати роботи можуть бути запропоновані до використання при аналізі довготривалої міцності елементів конструкцій, що працюють при підвищених навантаженнях і температурах в умовах повзучості.

Дослідження за темою роботи слід продовжити в Інституті проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України, де її виконано. Розроблені у дисертації методи розв'язання задач повзучості та пошкоджуваності для тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження можна рекомендувати до використання у Харківському національному технічному університеті «ХП», Національному аерокосмічному університеті ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Інституті технічної механіки НАН України і ДКА України (м. Дніпро), Інституті проблем міцності ім. Г.С.Писаренка НАН України (м. Київ), ДП «КБ «Південне ім. М.К.Янгеля» (м. Дніпро), ВАТ «Мотор-Січ» (м. Запоріжжя), ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект», (м. Миколаїв), ПАТ «Турбоатом» (м. Харків) та інших.

Зауваження по роботі

З огляду матеріалів дисертаційної роботи та автореферату можна зробити такі зауваження:

1. Перший розділ дисертації, який включає огляд літератури по темі роботи, містить багато зайвої інформації, яка не стосується теми дисертації, водночас в цьому розділі не приділено уваги аналізу статистичних теорій довготривалої міцності.

2. У розділі 3 отримано варіаційні постановки, які враховують скінченні деформації, що виникають в процесі повзучості, проте в подальших розділах роботи ці постановки зовсім не використовуються.

3. При дослідженні повзучості квадратної пластини із центральним еліптичним отвором при розтяганні (розділ 4) час прихованого руйнування, одержаний за допомогою співвідношень (2.59) та за допомогою «класичних» співвідношень різнився до п'яти разів для кругового отвору і до чотирьох разів для еліптичного (рис. 4.25). В роботі не дано пояснення цього факту. В подальшому автору доцільно було примітити в своїх дослідженнях стохастичний підхід до визначення довготривалої міцності.

4. Процеси повзучості в елементах конструкцій виникають, як правило, при підвищених температурах, зокрема при нерівномірному нагріві. Автор же в роботі розглядає лише рівномірно нагріті конструкції, що дещо обмежує можливості розробленої методики.

5. Було б доцільно виконати співставлення теоретичних і експериментальних даних не тільки для зразків матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження, а й для елементів конструкцій, що працюють в умовах повзучості, наприклад, для тонкостінних оболонки.

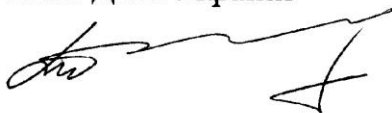
Загальний висновок по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота Склепуса С.М. є завершеним науковим дослідженням, виконаним за актуальною темою, в якій отримані нові науково обґрунтовані результати, що у сукупності розв'язують важливу науково-технічну проблему, яка пов'язана із розробкою й обґрунтуванням нової методики дослідження повзучості та пошкоджуваності тіл складної форми із матеріалів з характеристиками, що залежать від виду навантаження, і складають вагомий внесок до бази знань про дослідження елементів конструкцій, що працюють в

умовах підвищених навантажень та температур в умовах повзучості.

За кваліфікаційним рівнем, науковою новизною і значенням отриманих результатів для науки та практики дисертація відповідає вимогам ДАК Міністерства освіти і науки України до докторських дисертацій, а її автор, Склепус Сергій Миколайович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 01.02.04 – механіка деформівного твердого тіла.

Офіційний опонент,
завідувач відділу надійності і довговічності
технічних систем
Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України
доктор технічних наук, професор



В.П. Пошивалов

Підпис професора Пошивалова В.П. засвідчую

Учений секретар
Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України
кандидат технічних наук



О.М. Маркова