

Довідка

про творчий внесок

доктора фіз.-мат. наук, професора Гачкевича Олександра Романовича у цикл наукових праць «Напружений стан структурно-неоднорідних тіл, спричинений дією полів різної фізичної природи»

Під час виконання роботи професор Гачкевич О.Р. працював в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України на посаді завідувача відділом теорії фізико-механічних полів. За тематикою циклу праць ним захищена докторська дисертація (1992 р.). За цією ж тематикою він був науковим консультантом трьох докторських дисертацій (Дробенко Б.Д., Мусій Р.С., Терлецький Р.Ф.), а також науковим керівником п'яти кандидатських дисертацій (Гуменчук О.Б., Івасько Р.О., Козакевич Т.В., Курницький Т.Л., Михайлишин В.С.).

О.Р. Гачкевичу належить ряд фундаментальних результатів з термо-механіки і механотермодифузії тіл різної електропровідності та здатності до намагнічення і поляризації за умов дії квазіусталеного електромагнітного випромінювання, які увійшли до циклу представлених наукових праць. Ним побудовано варіант теорії кількісного опису у взаємозв'язку електромагнітних, теплових і механічних процесів в електропровідних деформівних тілах з різними електропровідністю та здатністю до намагнічування і поляризації за дії квазіусталених електромагнітних полів як радіочастотного так і інфрачервоного частотного діапазонів, який включає: фізико-математичні моделі виділених у відповідності з електропровідністю та здатністю до намагнічування і поляризації типів тіл; методики побудови розв'язків відповідних задач математичної фізики; дослідження розв'язків практично важливих задач про механічну поведінку тіл, зокрема, резонансні коливання при різних параметрах електромагнітного поля і властивостях матеріалу; запропоновані схеми наближеного визначення характеристик розглядуваних полів в тілах в залежності від їх електрофізичних властивостей.

О.Р. Гачкевичем в рамках цього циклу запропоновані методики дослідження термонапруженого стану неферомагнітних та феромагнітних електропровідних тіл при високотемпературному індукційному нагріві, окремі з яких можуть бути застосовними і до дослідження температурних полів і напружень в тілах з електропровідних неметалічних матеріалів за умов дії зовнішніх квазіусталених електромагнітних полів. Тут додатково враховані температурна залежність характеристик матеріалу і енергообмін електромагнітним випромінюванням з зовнішнім середовищем, які вже є суттєвими для такого нагріву, а також нелінійні (гістерезисні) залежності між індукціями та напруженнями електричного та магнітного полів та пружно-пластичний характер деформування.

Разом з Р.Ф. Терлецьким також розроблено варіант теорії механотермодифузії в електропровідних тілах з газовими домішками при дії електромаг-

нітного випромінювання різного частотного діапазону. При цьому враховано силовий і енергетичний (тепловий) механізми дії електромагнітного поля на домішку, які описано з використанням фононного і фотонного формалізмів.

Окремі результати його досліджень з механіки зв'язаних полів використано для створення теоретичних основ технологій термообробки (з використанням електромагнітних полів) пластинчатих елементів конструкцій, елементів електронно-променевих і електровакуумних приладів та енергетичного обладнання, а також вуглецевих циліндричних заготовок при графітації. Брав участь у розробці виробів нової техніки. Ряд прикладних результатів досліджень впроваджені у виробництво.

Створені за участю О.Р. Гачкевича моделі, які увійшли до представленого циклу праць, є оригінальним механічним об'єктом, перспективним для проведення широких досліджень характеру взаємозв'язку процесів різної фізичної природи. Запропоновані моделі та методи, а також отримані результати досліджень можуть бути корисними і при розв'язуванні проблем, які виникають в суміжних галузях (електротехніка, електродинаміка, геофізика, теплофізика, математичної фізики і ін.).

У цикл наукових праць входять шість монографій та 4 розділи монографій автора, розділ енциклопедії видавництва "Springer", десять патентів, а також двадцять три його реферовані наукові публікації у міжнародних наукових журналах та журналах, які перекладаються видавництвом "Springer", зокрема, статті у журналах "International Journal of Heat and Mass Transfer", "International Journal of Engineering Science", "Journal of Engineering Mathematics", "Journal of Applied Mechanics and Technical Physics", а також "Фізико-хімічна механіка матеріалів (Material Science)", "Математичні методи та фізико-механічні поля (Journal of Mathematical Sciences)", що містяться в базі даних Scopus. Загальна кількість посилань на публікації за даними Scopus – 80 з h-індексом посилань – 4, а за даними Google Scholar – 508 з h-індексом посилань – 10. Сумарний імпаکت-фактор журналів за статтями приведеними у 2005-2012 рр. даними SJR становить 6,477.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Директор
Інституту прикладних проблем механіки
і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України
член-кор. НАН України



Р.М. Кушнір

Довідка

про творчий внесок доктора технічних наук,
професора Поповича Василя Степановича

у цикл наукових праць «Напружений стан структурно-неоднорідних тіл,
спричинений дією полів різної фізичної природи»

До циклу наукових праць входять публікації Поповича В.С. в період з 1993 по 2016 рр. У цей час він працював в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України на посадах завідувача лабораторії (1993 - 1996), в. о. провідного наукового співробітника (1996 - 2003), заступника директора з наукової роботи (2003 – до 13.11.2016 р.). За тематикою циклу праць ним була захищена докторська дисертація (2005р.), а під його керівництвом три (Гарматій Г.Ю., Вовк О.М., Ракочі І.І.) кандидатські дисертації.

Публікації Поповича В.С., що входять до даного циклу робіт присвячені вирішенню проблеми розроблення методів побудови аналітичних, аналітико-числових та числових розв'язків нелінійних задач термопружності для однорідних та кусково-однорідних елементів конструкцій на основі моделі термочутливого тіла за будь-яких класичних умов теплообміну з оточуючим середовищем через обмежувальні поверхні та одночасному заданні на них силових навантажень.

До основних, науково-обґрунтованих результатів у цих працях слід віднести:

- формулювання математичних моделей для визначення температурних полів та напружень масивних і тонкостінних (тонкі пластини з внутрішніми джерелами тепла та заданими тепловими потоками на їх лицевих поверхнях або конвективного теплообміну через ці поверхні з довкіллям, тонких стрижнів з конвективним теплообміном через циліндричну поверхню) елементів конструкцій, що враховують залежність усього спектру теплових і механічних характеристик їх матеріалів від температури;
- розроблення методів побудови:
 - аналітичних розв'язків нелінійних задач теплопровідності для однорідних термочутливих тіл простої геометричної форми, які нагріваються (охолоджуються) шляхом складного (конвективного, променевого чи конвективно-променевого) теплообміну з зовнішнім середовищем, у тому числі, з залежною від часу та координат температурою, а саме: методу поетапної лінеаризації, методу лінеаризувальних параметрів, методу послідовних наближень, а також методу побудови їх числових розв'язків;
 - розв'язків задач термопружності термочутливих тіл простої форми при врахуванні залежності від температури усього спектру термомеханічних характеристик їх матеріалів, а саме, методу збурень та методу зведення відповідних задач до інтегральних рівнянь Вольтери 2-го роду;
 - аналітично-числових розв'язків задач термопружності для кусково-однорідних тіл та методи побудови таких розв'язків однорідних та кусково-однорідних тіл за умов їх асимптотичного нагрівання;

- побудову на основі математичних моделей, що враховують залежність теплофізичних характеристик матеріалу від температури і конвективний теплообмін з довкіллям через обмежувальні поверхні, запропонованим методом лінеаризувальних параметрів зручних для користування виразів температурних полів елементів конструкцій при зварюванні, які моделюються товстими та тонкими пластинами і стрижнями, а їх нагрівання точковими та лінійними джерелами тепла, що діють миттєво чи впродовж скінченного проміжку часу, точковими джерелами тепла змінної з часом потужності, які рухаються по довільній плоскій кривій;
- апробацію опрацьованих моделей та методів на прикладах визначення термопружного стану основних типів елементів конструкцій і, як наслідок, з'ясування кількісних та якісних закономірностей розподілів температури та компонент напружено-деформованого стану, дослідження впливу на ці розподіли термочутливості матеріалу, а саме, встановлення, що:
 - навіть за лінійного розподілу температури у вільних від навантажень термо-чутливих тілах наявний напружений стан, коли в нетермочутливих він відсутній;
 - на основі спрощених (внаслідок нехтування температурною залежністю окремих характеристик) математичних моделей можна отримати розподіли температури та напружень, які істотно відрізняються від істинних;
 - необґрунтована лінеаризація задач теплопровідності при побудові їх розв'язків може привести не тільки до кількісних розбіжностей, але й фізично некоректних результатів;
 - наприклад, для елементів конструкцій зі сталі в діапазоні температур 273 – 673° К розбіжності між розподілами температур при урахуванні термочутливості і без такого перебувають в межах 10%, між переміщеннями – 20-40%, між напруженнями – 25-30%. Підчас променевого нагрівання та в кусково-однорідних тілах ці розбіжності ще істотніші.

Побудовані моделі, розроблені методи, отримані нові результати та встановлені закономірності є поступом у розвитку одного з напрямків механіки деформованого твердого тіла, а саме, технологічної термомеханіки і формують основу інженерних розрахунків елементів конструкцій для різних галузей сучасної техніки, яка працює в умовах одночасного високотемпературного та значного силового навантаження.

Теоретичні дослідження знайшли своє втілення в реальних інженерних розробках.

До циклу наукових праць включено дві монографії Поповича В.С., один розділ у колективній монографії „Heat conduction” видавництва INTECH, публікація в енциклопедії з температурних напружень видавництва „Springer”, а також 21 реферована наукова публікація у міжнародних наукових журналах та журналах, які перекладаються видавництвом „Springer”, зокрема статті в журналах „Journal of Engineering Mathematics”, „Journal of Thermal Stresses” „Advances in Pure

Mathematics”, а також „Фізико-хімічна механіка матеріалів (Material Science)”, „Математичні методи та фізико-механічні поля (Journal of Mathematical Science)”, що містяться в базі даних Scopus. Загальна кількість посилань на публікації за даними Scopus – 31 з h-індексом посилань – 5, а за даними Google Shcolar –275 з h-індексом посилань – 9. Сумарний імпакт-фактор журналів за статтями приведеними у 2005-2012 рр. за даними SJR становить 6,999.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Директор

Інституту прикладних проблем механіки
і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України
член-кор. НАН України



Р.М. Кушнір

Довідка

про творчий внесок доктора фіз.-мат. наук, старшого наукового співробітника Терлецького Ростислава Федоровича у цикл наукових праць «Напружений стан структурно-неоднорідних тіл, спричинений дією полів різної фізичної природи»

Під час виконання роботи (1996-2016) доктор фіз.-мат. наук Терлецький Р.Ф. працював в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України на посадах старшого наукового співробітника (1996-2005 роки) і провідного наукового співробітника відділу теорії фізико-механічних полів (з 2005 року). За тематикою циклу праць ним захищена докторська дисертація (2004 р.). За цією ж тематикою він був науковим керівником кандидатських дисертацій Турій О.П., Брухалія М.Б.

Терлецькому Р.Ф. належить варіант теорії механотермодифузії багатокомпонентних твердих тіл (твердих розчинів) низької електропровідності з компонентами різної здатності до поляризації, який враховує особливості масопереносу, обумовлені глибинним характером введення електромагнітної енергії в такі тіла і відмінністю електрофізичних властивостей складових компонент. Враховується, зокрема, спричинена дією електромагнітного поля неоднорідність енергетичного стану компонент, яка зумовлює нерівноважні процеси обміну енергією в фізично малих елементах тіла. Модель базується на континуальній моделі твердої суміші домінуючої компоненти (каркаса) і домішок та статистичному описі взаємодії електромагнітного поля з багатокомпонентним твердим тілом, а також використанні наближень електродинамічної теорії. Вона дозволяє описати механотермодифузійні процеси за умов дії електромагнітного випромінювання як радіо-, так і світлового частотних діапазонів.

Терлецьким Р.Ф. в рамках запропонованої моделі отримано (з використанням аналітичних і числових методів) розв'язки нових практично важливих задач механотермодифузії для шару за умов дії квазіусталеного випромінювання відповідно радіо та світлового діапазонів частот (при односторонньому НВЧ опроміненні плоскою поперечною електромагнітною (ТЕМ) хвилею, при утворенні стоячої ТЕМ-хвилі, в квазістаціонарному ВЧ полі плоского конденсатора, при дії теплового випромінювання та теплового випромінювання з коригованим спектром, при помірному лазерному (неперервної дії) опроміненні однієї з його основ).

Терлецьким Р.Ф. також розроблено математичну модель, що описує на основі феноменологічної теорії випромінювання та теорії квазістатичної термопружності, термонапружений стан опромінюваних плоско-шаруватих тіл (пластин) зі складниками різної прозорості за врахування впливу теплового випромінювання на поверхнях, в частково прозорих областях і на межах контакту. Запропоновані методики розв'язування нових лінійних та нелінійних контактних-крайових та крайових задач термопружності, які виникають при

описі процесів теплопереносу в двошарових опромінюваних пластинах та пластинах з покриттями і дослідженні їх термомеханічної поведінки. Створено математичну модель, що описує на основі феноменологічної теорії випромінювання, теорії квазістатичної термопружності та результатів проведеного теоретико-експериментального дослідження меж застосовності моделей теплопереносу, термонапружений стан термочутливих тіл різної прозорості за врахування теплообміну випромінюванням. Отримано вихідні співвідношення для дослідження поля випромінювання, теплового та напруженого стану в опромінюваних нескінченних частково прозорому та непрозорому шарах та системах з таких шарів різної прозорості.

Запропоновані моделі термомеханіки багатокomпонентних та шаруватих твердих тіл за умов дії квазіусталених електромагнітних полів радіочастотного та світлового частотних діапазонів дають можливість провести широкий спектр досліджень механотермодифузійних процесів у елементах конструкцій і приладів з метою побудови раціональних режимів їх обробки чи експлуатації. Результати використані при удосконаленні існуючих і створенні нових технологій термообробки елементів конструкцій і приладів з використанням електромагнітного випромінювання та розробці функціональних покриттів приладів із заданими радіаційними властивостями в світловому діапазоні спектру.

У цикл наукових праць входять 2 монографії автора та 6 розділів монографій, 7 патентів, а також 24 його реферовані наукові публікації у міжнародних наукових журналах та журналах, які перекладаються видавництвом "Springer", зокрема, статті у журналах "International Journal of Engineering Sciences", "International Comm. Heat Mass Transfer", "Journal of Applied Mechanics and Technical Physics", а також "Фізико-хімічна механіка матеріалів (Material Science)", "Математичні методи та фізико-механічні поля (Journal of Mathematical Sciences)", що містяться в базі даних Scopus. Загальна кількість посилань на публікації за даними Scopus – 30 з h-індексом посилань – 3, а за даними Google Scholar – 164 з h-індексом посилань – 7. Сумарний імпакт-фактор журналів за статтями приведеними у 2005-2012 рр. даними SJR становить 5,611.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Директор
Інституту прикладних проблем механіки
і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України
член-кор. НАН України



Р.М. Кушнір

Довідка

про творчий внесок доктора фіз.-мат. наук, старшого наукового співробітника Ясінського Анатолія Васильовича у цикл наукових праць “ Напружений стан структурно-неоднорідних тіл, спричинений дією полів різної фізичної природи”

Під час виконання роботи (1993-2016) Ясінський А.В. працював в Інституті прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача НАН України на посадах старшого наукового (1993-2009 роки) та провідного (2009-2016 роки) наукового співробітника відділу механіки деформівного твердого тіла. В період з 2002 – 2005 роки навчався в докторантурі Інституту. За тематикою циклу праць ним захищена докторська дисертація (2008 р.).

Ясінським А.В., з використанням теорії і методів обернених і некоректних задач, побудовано математичні моделі для визначення одно- та двовимірних нестационарних температурних полів і термонапружень в кусково-однорідних, кусково-однорідних з фрикційним теплоутворенням, неоднорідних і термочутливих тілах канонічної форми за температурою та додатково відомими переміщеннями (деформаціями) однієї з межових поверхонь і відсутності інформації про теплове навантаження на іншій. Побудовано математичні моделі для визначення асимптотичного температурного режиму і відповідних термонапружень у двошарових та двошарових з фрикційним теплоутворенням різнорідних тілах за додатково відомими переміщеннями однієї із межових поверхонь і відсутності інформації про параметри неідеального теплового контакту їх складових (сумарного теплового потоку чи термічного опору). Розроблено методику зведення отриманих математичних моделей у вигляді неklasичних крайових задач термопружності до обернених задач термопружності.

На цій основі розроблено та апробовано методики і алгоритми побудови стійких до малих змін вхідних даних аналітичних, аналітико-числових та, з використанням методу скінченних різниць, числових розв'язків обернених задач термомеханіки. Показано, що у випадку порушення відповідних умов гладкості вхідних функцій за допомогою знайдених аналітичних розв'язків обернених задач термопружності можна побудувати їх регуляризовані розв'язки. Для фрикційно взаємодіючих шарів у випадку невідомих параметрів неідеального теплового контакту за вертикальними переміщеннями однієї із межових поверхонь, крім напружено-деформованого стану, визначено поведінку в часі сумарного фрикційного теплового потоку та коефіцієнта тертя, а за асимптотичного теплового режиму – і величину контактного термічного опору. Отримані результати дають змогу визначити та дослідити термомеханічну поведінку елементів та вузлів енергетичного обладнання (трубопроводів теплових і атомних електростанцій), авіаційних та ракетних двигунів, технологічного обладнання, різних трибосистем за реальних умов їх роботи та натурних випробовувань за відсутності повної інформації про їх теплове навантаження через неможливість безпосереднього доступу до частини граничної поверхні.

Для випадку пружнопластичного деформування матеріалу ним сформульовано нові постановки одно- та двовимірних задач оптимального за швидкодією керування нагріванням термочутливих тіл канонічної форми

(необмежений шар, порожнисті циліндр та куля, довгий прямокутний паралелепіпед) за обмежень на функцію керування та максимальну величину інтенсивності дотичних напружень або накопиченої пластичної деформації зсуву. За рівняння стану вибрано співвідношення, які описують неізотермічні пружно-пластичні процеси деформування елементів тіла за траєкторіями малої кривини. На основі методу оберненої задачі термомеханіки, згідно з яким оптимальний за швидкодією тепловий режим реалізується по межі допустимих обмежень, розроблено методики та побудовано алгоритми числового розв'язування сформульованих задач оптимізації, що передбачають зведення їх до послідовності прямих та обернених задач термопластичності. Нелінійні задачі теплопровідності розв'язано методом скінченних елементів, а лінеаризацію і розв'язання задач термопластичності здійснено за допомогою методу додаткових деформацій. Проаналізовано характерні особливості поведінки знайденого оптимального керування. Показано, що знайдені оптимальні температурні режими нагрівання термочутливих тіл дають змогу, шляхом вибору відповідних значень обмежуючих параметрів, керувати рівнем залишкових напружень і деформацій у тілі, що важливо з огляду на забезпечення їх міцнісних та проектних функціональних властивостей. Знайдені оптимальні режими нагрівання дають змогу підвищити продуктивність та мінімізувати енергетичні затрати технологічних процесів, пов'язаних з термічною обробкою елементів конструкцій, зокрема у металургійній та машинобудівній галузях промисловості.

До циклу наукових праць входять монографія автора, публікація в "Encyclopedia of Thermal Stresses" видавництва "Springer", чотири публікації у міжнародних наукових журналах "Journal of Thermal Stresses", "Journal of Engineering Mathematics" і "Journal of the Mechanical Behavior of Materials", а також десять реферованих наукових публікацій у міжнародних наукових журналах, які перекладаються за кордоном, зокрема, три статті у журналі "Фізико-хімічна механіка матеріалів (Material Science)", п'ять статей у журналі "Математичні методи та фізико-механічні поля (Journal of Mathematical Sciences)" і дві статті у журналі "Прикладная механика (International Applied Mechanics)", що містяться в базах даних Google Scholar і Scopus. Загальна кількість посилань на статті – 79 з h-індексом посилань за даними Google Scholar – 5 і за даними Scopus 1.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Директор ІППММ ім. Я.С. Підстригача
НАН України, член-кор. НАН України,
доктор фіз.-мат. наук, професор



Р.М. Кушнір

Довідка

про творчий внесок члена-кореспондента НАН України, д.т.н. Харченка Валерія Володимировича у цикл наукових праць «Напружений стан структурно-неоднорідних тіл, спричинений дією полів різної фізичної природи»

Під час виконання роботи член-кореспондент НАН України Харченко В.В. працював в Інституті проблем міцності НАН України ім. Г.С.Писаренка, в т.ч. на посаді заст. директора – з 1999р., директора інституту – з 2011р., а також на посаді завідувача відділу чисельних та експериментальних методів дослідження конструкційної міцності – з 2003 р. За тематикою циклу праць був науковим консультантом при підготовці і захисті докторської дисертації Чиркова О.Ю. за спеціальністю 01.02.0.4 – механіка деформівного твердого тіла.

Харченко В.В. розвинуто загальну методологію розрахункового аналізу кінетики напружено-деформованого стану (НДС) та опору руйнуванню корпусів реакторів та відповідальних елементів обладнання першого контуру АЕС з ВВЕР при моделюванні експлуатаційних та аварійних режимів термосилового навантаження.

Сформульовано основні положення і загальна процедура виконання пружно-пластичного розрахунку кінетики НДС корпусів реакторів і парогенераторів з урахуванням історії термосилового навантаження та залишкової технологічної спадковості. Запропоновано розрахунковий підхід стосовно визначення параметрів механіки пружно-пластичного руйнування в дискретних моделях методу скінченних елементів (МСЕ) з вбудованими постульованими та схематизованими тріщинами довільної орієнтації.

Із використанням запропонованих методів розрахункового аналізу показано суттєвий вплив на розрахункову оцінку опору руйнуванню корпусів реакторів ВВЕР-1000 таких чинників, як історія навантаження і пружно-пластичне деформування металу в околі фронту розрахункової тріщини, варіанти врахування залишкової технологічної напруженості, регулярність і щільність скінченно-елементної сітки в околі фронту розрахункової тріщини, процедура обчислення параметрів пружно-пластичного руйнування в дискретних моделях МСЕ.

Для оцінки міцності та обґрунтування продовження ресурсу корпусу реактора ВВЕР-1000 виконано поглиблений аналіз результатів розрахунку опору руйнуванню для піднаплавних тріщин різної глибини, розташованих в основному металі і металі зварювальних швів при моделюванні режимів аварійного охолодження активної зони реактора.

Запропоновано розрахункові моделі та одержано результати щодо оцінки рівня напружень при експлуатації та після термічної обробки вузлів з'єднання колекторів з корпусом парогенератора ПГВ-1000М.

Встановлено, що поглиблені пружно-пластичні розрахунки на стадії розвантаження металу перед фронтом тріщини при термошочі корпусу реактора можуть дозволити обґрунтувати додаткові резерви міцності та ресурсу корпусу, а неврахування деформаційної історії навантаження і залишкової напруженості після термообробки може призводити до неконсервативної оцінки опору руйнуванню обладнання АЕС, зокрема вузлів приварки колекторів теплоносія до корпусу парогенератора ПГВ-1000М, при моделюванні режимів експлуатаційного навантаження.

У цикл наукових праць входять монографія автора, а також його п'ятнадцять наукових публікацій, серед яких дев'ять статей – у реферованих міжнародних наукових журналах, які перекладаються видавництвом “Springer”. Харченко В.В. є співавтором нормативного документу МТ-Д.0.03.391-09 для оцінки міцності і ресурсу корпусів реакторів ВВЕР у процесі експлуатації, який в даний час застосовується в атомній галузі України.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Заступник директора з наукової роботи
ІПМіц ім. Г.С. Писаренка НАН України,
доктор технічних, професор



А.П.Зіньковський

Довідка

про творчий внесок д.т.н. Чиркова Олександра Юрійовича у цикл наукових праць «Напружений стан структурно-неоднорідних тіл, спричинений дією полів різної фізичної природи»

Під час виконання роботи д.т.н. Чирков О.Ю. працював в Інституті проблем міцності НАН України ім. Г.С. Писаренка на посадах старшого і провідного наукового співробітника відділу чисельних та експериментальних методів дослідження конструкційної міцності. За тематикою циклу праць ним захищена докторська дисертація у 2008 р. за спеціальністю 01.02.0.4 – механіка деформівного твердого тіла.

Чирковим О.Ю. створено ефективний апарат розрахункових досліджень на основі нових і удосконалених змішаних схем методу скінченних елементів (МСЕ) для вирішення актуальних практичних задач сучасного машинобудування та атомної енергетики. Розроблено та удосконалено проєкційно-сіткові алгоритми МСЕ для підвищення точності, збіжності і ефективності розв'язання крайових задач механіки деформівного твердого тіла, що забезпечують одержання стійких і надійних розв'язків прикладних задач термомеханіки неоднорідних середовищ та дискретних задач механіки руйнування. Розроблено сучасне програмне забезпечення для розрахунку неоднорідних температурних полів, напружень і деформацій у тілах складної конструкційної форми з врахуванням непружності та неоднорідності властивостей матеріалу за різних умов термомеханічного навантаження, а також для розв'язання широкого спектру прикладних задач, що розглядаються під час математичного моделювання процесів формування і перерозподілу полів температур, напружень і деформацій у відповідальних елементах обладнання реакторних установок ВВЕР для оцінки їх міцності та ресурсу.

Чирковим О.Ю. розвинуто загальну теорію змішаних схем МСЕ для розв'язання нелінійних крайових задач, що описують неізотермічні процеси пружнопластичного деформування за траєкторіями малої кривизни. Із застосуванням апарату функціонального аналізу досліджено коректність змішаних проєкційно-сіткових алгоритмів МСЕ і на цій основі сформульовано умови, що забезпечують стійкість та збіжність змішаних апроксимацій МСЕ для напружень, деформацій і переміщень. Одержано ряд важливих доведень і оцінок збіжності змішаних схем МСЕ для задач теорії пружності і пластичності. Встановлено, що змішаний метод призводить до більш точного визначення напружень і деформацій порівняно із класичним формулюванням МСЕ. Побудовано спеціальні скінченні елементи, що забезпечують стійкість та збіжність пропонувананих змішаних апроксимацій для напружень, деформацій і переміщень. Отримано розв'язувальні рівняння змішаного методу з урахуванням точного задоволення статичним крайовим умовам на частині поверхні тіла, для розв'язання яких запропоновано економічні та стійкі кроково-ітераційні обчислювальні алгоритми.

У цикл наукових праць входять монографія автора, а також його п'ятнадцять реферованих наукових публікацій, серед яких вісім – у міжнародних наукових журналах, які перекладаються видавництвом «Springer». Чирков О.Ю. є одним з розробників програмного комплексу SPACE-RELAX для оцінки міцності і ресурсу корпусів реакторів і парогенераторів ВВЕР, який дозволений до застосування в атомній галузі України відповідним розпорядженням експлуатуючої організації - НАЕК «Енергоатом».

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Заступник директора з наукової роботи
ІМіц ім. Г.С. Писаренка НАН України,
доктор технічних, професор



А.П.Зінковський

Довідка

про творчий внесок доктора технічних наук Махненка Олега Володимировича у цикл наукових праць «НАПРУЖЕНИЙ СТАН СТРУКТУРНО-НЕОДНОРІДНИХ ТІЛ, СПРИЧИНЕНИЙ ДІЄЮ ПОЛІВ РІЗНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРИРОДИ»

Під час виконання роботи (1999-2016 рр.) доктор технічних наук Махненко Олег Володимирович працював в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України на посадах наукового співробітника (1999-2001 роки), старшого наукового співробітника (2001-2010 роки), провідного наукового співробітника (2010-2013 роки) відділу оптимізації зварних конструкцій нової техніки і завідувача відділу математичних методів дослідження фізико-хімічних процесів при зварюванні (з 2013 року). За тематикою циклу праць ним захищена докторська дисертація (2009 р.).

Махненко О.В. розвинув відомий в механіці деформованого тіла підхід функції усадки, одним із засновників якого був академік АН України Я.С. Підстригач, стосовно зварювальних деформацій і розробив новий метод визначення загальних деформацій великогабаритних зварних конструкцій на основі знання функції усадки від зварювання. На основі відповідних аналітичних рішень теорії пружності створив розрахункові алгоритми для прогнозування загальних деформацій зварних балок, плоских секцій та циліндричних оболонок. Ним запропоновано удосконалення методу прогнозування напружено-деформованого стану великогабаритних зварних конструкцій на основі комбінованого використання методів термопластичності і функції усадки. Досить ефективним є комбіноване використання цих методів тоді, коли крупногабаритна зварна конструкція має велику кількість зварних швів одного типу різного розташування. Використання методу скінчених елементів не тільки при розрахунковому визначенні параметрів функції усадки, а і при прогнозуванні загальних деформацій дозволяє розв'язувати важливі для прикладних застосувань задачі, які характеризуються складною геометрією зварних конструкцій.

Були створені розрахункові алгоритми та програмне забезпечення для математичного моделювання основних фізичних явищ при приварюванні труб до трубної дошки теплообмінника, при багатопрхідному дуговому наплавленні великогабаритних листів та при лазерному зварюванні балок в багатоопірному закріпленні. Також Махненко О.В. провів роботи щодо математичного моделювання процесу термічного правлення зварних тонколистових конструкцій. На основі розроблених ним розрахункових алгоритмів та відповідного програмного забезпечення в ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України був створений автоматизований комплекс для термічного правлення зварних тонколистових конструкцій з деформаціями хвилястості. Математичне моделювання процесу термічного правлення дозволяє визначати оптимальні параметри нагріву та необхідну кількість таких нагрівів для конкретної зварної конструкції з деформаціями хвилястості. Розроблені розрахункові алгоритми та програмне забезпечення пройшло апробацію на суднобудівному заводі «Ленінська кузня» (м.Київ, Україна) та на фірмах SLV Halle GmbH та IMG

GmbH (ФРН) для впровадження на вагоно- та суднобудівних підприємствах. Також було проведено розрахункове дослідження по впливу параметрів нагріву на ефективність термічного правлення тонкостінних конструкцій. За матеріалами цього дослідження в 2009 році Махненко О.В. захистив докторську дисертацію „Прогнозування деформацій при зварюванні і термічному правленні конструкцій на основі методів термопластичності і функції усадки”.

За його участю проведений цілий ряд досліджень стосовно визначення залишкових зварювальних напружень, оптимального режиму термообробки, а також міцності та ресурсу зварних вузлів і конструкцій відповідального призначення, в тому числі, енергетичного обладнання та транспортного машинобудування. На основі аналізу існуючих регламентуючих документів і сучасних підходів визначення опору втомі зварних з'єднань запропонована нова методологія розрахункового обґрунтування працездатності зварних несучих елементів ходової частини залізничного транспорту, яка дозволила розробити нову конструкцію зварної бічної рами візка вантажного вагону з підвищеними характеристиками надійності.

Створено нові моделі механіки зв'язаних полів та ефективні методики розрахунку і дослідження теплових, механічних та радіаційних полів у зварних конструктивних елементах внутрішньокорпусних пристроїв ядерного реактору ВВЕР-1000 з урахуванням явищ радіаційного розпухання та радіаційної повзучості матеріалу нержавіючої сталі 08X18N10T. Проведений аналіз процесів релаксації залишкових зварювальних напружень під дією теплових, механічних та радіаційних полів у зварних конструктивних елементах внутрішньокорпусних пристроїв ядерного реактору ВВЕР-1000 під час довгострокової експлуатації.

Запропоновано нові математичні моделі і методи механіки деформованого твердого тіла для аналізу взаємодії дефектів несучільності матеріалу в зоні кільцевих зварних з'єднань відповідальних конструкцій енергетичного обладнання з комплексом зовнішніх навантажень, а також з урахуванням залишкових зварювальних напружень. На основі сучасних підходів моделювання фізико-хімічних процесів при зварювання та механіки деформованого тіла створена комп'ютерна програма «Weldprediction», яка орієнтована для інженерного та наукового застосування, і дозволяє для типових випадків вузлів з кільцевими зварними з'єднаннями прогнозувати тимчасові та залишкові напруження та деформації товстостінних оболонкових елементів з конструкційних сталей та сплавів при багатопрохідному дуговому зварюванні з урахуванням мікроструктурних фазових перетворювань, геометричних параметрів розділки кромки, попереднього та супутнього підігріву, режимів зварювання та умов закріплення, моделювати технологічну операцію післязварювальної термообробки, а також прогнозувати цілісність та довговічність зварного з'єднання з дефектами різної природи (тріщини, пори, стоншення стінки). Після проведення відповідних верифікаційних та валідаційних процедур програма «WeldPrediction» включена до переліку розрахункових кодів, які дозволено використовувати в ДП НАЕК «Енергоатом» України для обґрунтування безпеки ядерних установок.

У цикл наукових праць Махненко О.В. входять дві монографії у

співавторстві, одна з яких вийшла у перекладі в серії Welding and Surfacing Reviews видавництва Harwood Academic Publishers, а також 34 реферованих наукових публікацій, серед яких три – у міжнародних наукових журналах «Математичні методи та фізико-механічні поля (Journal of Mathematical Sciences)»; «Проблеми прочності» (Strength of Materials), які перекладаються видавництвом “Springer”, і Biuletyn Instytutu spawalnictwa w Gliwicach. Загальна кількість посилань на статті за даними бази SCOPUS – 9, бази Google Scholar - 42 з h-індексом посилань – 4.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Відомості на претендента засвідчую.

Учений секретар Інституту, к.т.н.



I.M. Клочков

Довідка

про творчий внесок завідувача кафедри теоретичної та комп'ютерної механіки Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, доктора фіз.-мат. наук, професора Лободи В.В. у цикл наукових праць „Напружений стан структурно-неоднорідних тіл, спричинений дією полів різної фізичної природи”

Під час виконання роботи (1999-2016 роки) доктор фіз.-мат. наук, професор Лобода В.В. працював в Дніпропетровському національному університеті на посаді завідувача кафедри теоретичної та прикладної механіки. Він був науковим консультантом докторської дисертації В.Б. Говорухи, яка була захищена у 2011 році за тематикою циклу праць. Крім того, за тематикою циклу праць під керівництвом Лободи В.В. були захищені кандидатські дисертації Харуна І.В., Філіпової О.С., Комарова О.В., Ходанен Т.В., Козінова С.В. та Бобильова О.О.

За вказаний період В.В. Лободою вперше отримано точні аналітичні розв'язки задач електропружності для електропроникної та електроізолюваної міжфазних тріщин з урахуванням зон контакту їх берегів під дією механічних, електричних та температурних полів. Використано математичний апарат, що базується на зведенні вказаних задач до комбінованих крайових задач Діріхле-Рімана, розв'язки яких дозволили отримати всі необхідні електромеханічні характеристики на межі поділу матеріалів та в околі вершин тріщини у вигляді простих аналітичних виразів. Продемонстрована важливість застосування контактної моделі, особливо для випадку значного зсувного поля напружень. Розглянута контактна модель зовнішньої електропроникної міжфазної тріщини в п'єзоелектричному біматеріалі. Завдяки формулюванню та аналітичному розв'язанню комбінованої крайової задачі Діріхле-Рімана одержані електромеханічні характеристики, які визначають можливість розвитку тріщини. За допомогою цього ж математичного апарата проаналізована міжфазна тріщина у п'єзоелектричному біматеріалі під дією стискальних та зсувних напружень. Показано, що незважаючи на поле стискальних напружень, наявність зсувного поля забезпечує існування відкритих ділянок тріщини, а вірогідність руйнування пов'язана зі зсувним механізмом.

Ним вперше одержані пріоритетні результати стосовно врахування електричної проникності середовища в моделях міжфазної тріщини, що дало можливість отримати найбільш повні, достовірні та фізично обґрунтовані висновки щодо параметрів руйнування п'єзокерамічних тіл. Побудована модель базується на зв'язку між стрибком електричного потенціалу, розкриттям тріщини та електричним зміщенням. Врахування електричної проникності проведено для контактної та відкритої моделей міжфазної тріщини, а також для їх періодичної системи. Контактна модель проаналізована також для електрично провідної тріщини. В останньому випадку виявлено новий ефект, який полягає в суттєвому впливі електричного поля, паралельного до берегів тріщини, на довжину зон контакту її берегів.

Запропоновано нові підходи стосовно аналізу контактної моделі для періодичних систем електропроникних міжфазних тріщин та тріщин зі скінченою електричною проникністю. Вивчено також випадок руху тріщини по межі поділу п'єзоелектричних матеріалів і вплив швидкості руху на довжину зони контакту та електромеханічні параметри в околі її вершини. Проведено узагальнення методики на п'єзоелектромагнітні матеріали та, з врахуванням зон контакту берегів тріщини, вивчено вплив механічних, електричних та магнітних полів на параметри її руйнування.

В.В. Лободою для випадку ізотропних та анізотропних матеріалів отримано низку нових фундаментальних результатів стосовно дослідження міжфазних тріщин з зонами контакту під дією комбінованого механічного навантаження та теплового потоку. Методами теорії функцій комплексного змінного задачі зведено до крайових задач лінійного спряження, розв'язки яких знайдено в замкненій формі. Одержані явні вирази коефіцієнтів інтенсивності напружень для тріщини як з повністю відкритими берегами, так і з однією та двома зонами контакту. Побудовані поля напружень, температури і теплового потоку в околі повністю відкритої тріщини, яка знаходиться в полі зосереджених сил, моментів та теплових джерел. Досліджені залежності величин зон контакту і КІН від навантаження і термопружних характеристик матеріалів. Проведено порівняльний аналіз результатів, одержаних для тріщини з однією і двома зонами контакту. За допомогою методики, що базується на методиці комплексних потенціалів та задачі лінійного спряження розглянуто тріщини з зонами контакту на межі поділу п'єзоелектричних матеріалів під дією комбінованого механічного навантаження та електричного і теплового потоків, а також аналогічні проблеми для рухомої тріщини. Розроблена методика та розв'язана низка плоских і осесиметричних контактних задач термопружності для тіл скінченних розмірів з умовами неідеального термомеханічного контакту.

Одержані пріоритетні результати стосовно побудови моделей привершинних зон для тріщин у п'єзоелектричних матеріалах, які враховують механічну та електричну складові. Такі дослідження вперше проведені для електропроникних та електроізолюваних тріщин, а також для тріщин зі скінченою електричною проникністю. При цьому на продовженнях тріщини вводяться зони механічного та електричного передруйнування невідомих довжин, в яких нормальне напруження та електрична індукція вважаються рівними своїм граничним значенням. Проблема зводиться до векторних задач лінійного спряження з розривними правими частинами, які розв'язується точно. Знаходяться довжини зон передруйнування, стрибки переміщень та електричного потенціалу, а також швидкість вивільнення енергії. Формулюються критерії розвитку тріщини.

У цикл наукових праць входять монографія автора, розділ енциклопедії видавництва "Springer", а також його 35 реферованих наукових публікацій, серед яких 34 – у міжнародних наукових журналах. Зокрема, у журналі Int. J. Solids and Structures (імпаکت фактор – 2.71) – 8 статей, Archive of Applied Mechanics (1.29) – 5 статей, Acta Mechanica (1.69) – 3 статті, International J. of Fracture (2.33) та Mech. Res. Communic (2.36) – по 2 статті, Mechanics of Materials (2.63), Theor. and Appl. Fracture Mech. (2.37), International J. Eng. Sciences (3.07), European J. Mechanics A/Solids (2.95), Smart Mater. Struct. (3.05) – по одній статті. Крім того, три статті опубліковані в журналі «Математичні методи та фізико-механічні поля (J. of Mathematical Sciences)» та одна в журналі «Прикладная Механика (Int. Applied Mechanics)», які перекладаються видавництвом "Springer" і також містяться в базі даних SCOPUS. Загальна кількість посилань на ці статті за даними SCOPUS – біля 400 з h-індексом посилань – 13, а за даними GOOGLE – більше 500 з h-індексом посилань – 15.

Наукові результати, що включені до даного циклу наукових праць, урядовими нагородами та державними преміями не відзначались.

Ректор ДНУ імені Олеса Гончара

Декан механіко-математичного факультету

М.В. Поляков

О.В. Хамініч

