

ред. Б.Є. Патона. — Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. — 2006. — С. 62—66.

4. Дмитрах І.М., Панасюк В.В. Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень. — Львів: Національна академія наук України. Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка. — 1999. — 341 с

5. Ориняк І.В., Бородій М.В., Батура А.С. Наукові і організаційні засади впровадження ризик-аналізу в практику управління цілістю магістральних трубопроводів // Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин / За заг. ред. Б.Є. Патона. — Київ: Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. — 2006. — С. 11—15.

6. Механіка руйнування і міцність матеріалів: Довідн. посібник / За заг. ред. В.В. Панасюка. Том 7: Надійність та довговічність елементів конструкцій теплоенергетичного устаткування / І.М. Дмитрах, А.Б. Вайнман, М.Г. Стащук, Л. Тог. Під ред. І.М. Дмитраха. — Київ: ВД "Академперіодика", 2005. — 378 с.

7. Розрахунок на міцність діючих магістральних трубопроводів з дефектами. — ВБН В.2.3.-00018201.04-2000. — Київ, 2000. — 57 с.

8. Крижанівський Є.І., Тараєвський О.С. Вплив нерівномірності газоспоживання на напружений стан трубопроводу // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. — 2004. — №3(12). — С. 31—34.

9. Pluvinage G. Pipe defect assessment based on limit analysis, failure assessment diagram and subcritical crack growth // Фіз.-хім. механіка матеріалів. — 2006. — №1. — С. 119—127.

10. DNV-RP-F1001: corroded pipelines. — Det Norske Veritas, 1999.

11. SINTAP: Structural Integrity Assessment Procedures for European Industry. Final Procedure, 1999. Brite-Euram Project No BE95-1426. — Rotherham: British Steel, 1999.

Отримана 15.11.07

R. Hrabovskyy, I. Fartushok, O. Kasiy, T. Horbyak
On operating conditions assessment of trunk gas-pipelines with corrosion fatigue defects
Franko State Pedagogical University, Drohobych

The method of fracture pressure assessment for gas-pipelines with corrosion fatigue defects is proposed. As an example, the consideration of the real pipeline is given. Here, the importance of taking into account of the initial size of external crack-like defects and velocity of their potential development has been shown.

МОНОГРАФІЯ З ОСНОВ МАТЕМАТИЧНОЇ ТЕОРІЇ ТЕРМОПРУЖНОЇ РІВНОВАГИ ДЕФОРМІВНИХ ТВЕРДИХ ТІЛ З ТОНКИМИ ВКЛЮЧЕННЯМИ *

Проблема визначення температурного та напружено-деформованого стану тіл з тонкими включеннями є важливою з багатьох причин. Передусім такі включення є поширеними дефектами багатьох матеріалів і внаслідок високої концентрації напружень біля них розпочинається пластичне деформування та руйнування. Тонкі включення часто відіграють роль конструктивних елементів, зокрема арматури композиційних матеріалів; ними можна моделювати зони неідеального контакту тіл, початок процесу фазових перетворень тощо. У літературі відомі п'ять основних підходів до вирішення цієї складної математичної проблеми, серед яких приваблює своїми можливостями група методів, які істотно використовують тонкостінність включень, застосовуючи принцип спряження континуумів різної вимірності. Автор монографічної праці розвиває цей напрямок, опрацьовуючи відповідні модельні підходи, методи розв'язування задач термопружної рівноваги тіл з тонкими включеннями і тріщинами та методики застосування отриманих результатів до визначення граничного стану тіл з тонкими включеннями, визначення ефективних характеристик композитів, вивчення кінетики дислокацій поблизу тонких неоднорідностей. Отже, робота Сулима Г. Т. є актуальною як з наукової, так і з прикладної точок зору.

* Сулим Г. Т. Основи математичної теорії термопружної рівноваги деформівних твердих тіл з тонкими включеннями: Монографія. — Львів: Дослідно-видавничий центр НТШ, 2007. — 716 с.

У монографії викладено цілісний підхід до визначення температурного та напружено-деформованого стану ізотропних та анізотропних тіл з тонкими включеннями та тріщинами, що ґрунтується на заміні включень їхньою серединною поверхнею, на якій існують певні стрибки температури, теплового потоку, вектора напружень та вектора переміщень. Для визначення невідомих функцій стрибка потрібно розв'язувати системи сингулярних інтегральних рівнянь, які будуються на основі умов взаємодії включення з навколишнім середовищем. У загальному тривимірному випадку стосовно оболонкового включення принцип спряження континуумів різної вимірності реалізується з використанням формули Сомільяно. У ґрунтовно розглянутих двовимірних випадках теплопровідності з та без урахування тепловіддачі через бічні поверхні, пружності (плоска та антиплоска задачі) і термопружності застосовується апарат теорії функцій комплексної змінної або інтегрального перетворення Фур'є. Визначальні системи сингулярних інтегральних рівнянь розв'язуються за допомогою методу ортогональних багаточленів та методу колокацій. Коректність їх застосування обґрунтована доведенням збіжності та підтверджена числовими експериментами.

Запропонований підхід дав можливість досліджувати вплив включень на температурний і напружено-деформований стан тіл у найширшому спектрі зміни теплофізичних та механічних параметрів включення: від повної теплонепроникливості до абсолютної теплопровідності; від абсолютної жорсткості чи повної гнучкості але нероз-

тягливості до абсолютної податливості включення, що відповідає порожнині (тріщині). Ефективність застосування методу функцій стрибка обґрунтована розв'язуванням модельного прикладу методом скінченних елементів та перерахунком обчислених узагальнених коефіцієнтів інтенсивності напружень (УКІН) у коефіцієнти інтенсивності напружень для еліптичного включення в однорідному середовищі, співставленням з результатами аналізу граничних випадків.

Використані методи дали можливість розв'язати комплекс нових задач механіки деформівного твердого тіла для середовищ з тонкими пружними включеннями в ізотропних та анізотропних однорідних і кусково-однорідних середовищах, детально дослідити вплив на концентрацію теплових потоків та напружень способу навантажування (тепловий потік і однорідне поле напружень; джерела тепла, сили, дислокації; теплові, силові і дислокаційні диполі) товщини і профілю включення, його теплофізичних і механічних властивостей, неідеальності контакту з матрицею, взаємодії декількох неоднорідностей, лінійної та подвійної періодичності задачі, впливу багатшаровості. У граничних випадках (теплоізоляція, абсолютна теплопровідність, абсолютно жорстке включення, тріщина) побудовані аналітичні розв'язки задачі, зокрема вирази для УКІН. Побудовані замкнені розв'язки для тонкого включення еліптичного профілю дали змогу розв'язати окремі задачі стосовно середовища з випадково розподіленими тонкими неоднорідностями.

З погляду механіки руйнування важливими є побудовані автором і викладені у праці двочленні асимптотичні вирази для градієнтів температури і напружень біля вістря включення на межі поділу матеріалів з урахуванням залежних від УКІН сингулярних членів та несингулярних членів, які у граничних випадках визначаються основним розв'язком відповідної задачі без включень. Пов'язавши руйнування із зародженням тріщини біля вістря включення, на основі асимптотичних виразів досліджується граничний стан необмеженого тіла з одним включенням або невзаємодіючою системою включень випадкової орієнтації та довжини. Обчислення сили, що діє на гвинтові і крайові дислокації поблизу включення, відкрило можливість аналізу механізмів пластичного деформування і руйнування біля включень. До наукової новизни монографії слід віднести:

— запропоновану теорію визначення температурного та напружено-деформованого станів ізотропних і анізотропних середовищ з тонкостінними включеннями, яка дає можливість враховувати найширший спектр зміни теплофізичних та механічних властивостей матеріалів включення та ґрунтується на застосуванні принципу спряження континуумів різної вимірності й умов взаємодії включення з навколишнім середовищем;

— побудовані математичні моделі включення;

— методику застосування до розв'язування задач визначення термопружної рівноваги середовищ з тонкими включеннями формули Сомільяно, теорії функцій комплексної змінної та апарату інтегрального перетворення Фур'є;

— математичне обґрунтування методів ортогональних многочленів та колокацій і спосіб застосування методу колокацій до розв'язування лінійно і двоперіодичних задач;

— побудовані двочленні асимптотичні вирази для градієнтів температури, напружень і переміщень біля вістря включення на межі поділу матеріалів;

— застосування побудованої теорії до визначення міцності тіл з тонкими включеннями, визначення ефективних характеристик стрічкових композитів та сили, що діє на дислокацію в околі включення;

— аналітичні та числові розв'язки широкого кола двовимірних задач теплопровідності, антиплоскої та плоскої пружності і термопружності для ізотропних і анізотропних однорідних і кусково-однорідних середовищ з тонкими включеннями.

Шкода, що поза увагою автора залишилося питання визначення напружено-деформованого стану безпосередньо біля кінців включень (ближнє поле напружень), який важливий для поглибленої оцінки міцності тіл з включеннями; не досліджене питання міцності конструкції з пружним включенням на межі поділу двох середовищ; вимагає поглибленого опрацювання методика інженерних застосувань отриманих у монографії результатів для конструкторської і проектної діяльності.

Це зауваження має характер побажання для подальшої праці, а також підготовки довідникових посібників з теорії тонкостінних включень, які б містили не лише наукові результати автора. Про те, що він вільно володіє цим матеріалом свідчить восьмий розділ праці, де майже на ста сторінках здійснено аналітичний огляд широкого кола питань, що стосуються масивних і тонких включень у деформівних середовищах (бібліографія до монографії налічує 1818 назв). Фактично це є надзвичайно цінний довідник, а також план майбутніх книг.

Створена монографія є завершеною і дуже цінною науковою працею. Вона містить важливі наукові теоретичні розробки та прикладні результати і в цілому формує новий напрям у механіці неоднорідних структур, що органічно зв'язаний з теорією тріщин та стосується дослідження напружено-деформованого стану середовищ з тонкими включеннями. Книга викличе велике зацікавлення серед науковців-механіків, інженерних працівників, викладачів вузів, аспірантів та студентів.

Член-кореспондент НАН України,
доктор технічних наук, професор **О. Андрейків**