

УДК 539.377

Олесь Яцків, Роман Швець, к.ф.-м.н., с.н.с.

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача НАН України, Львів, Україна

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЦИЛІНДРА ЗА ДАНИМИ ВИМІРЮВАНЬ НАПРУЖЕНЬ В ЦИЛІНДРІ

Alexander Yatskiv, Roman Shvets, Ph.D., Sen. Res.

IDENTIFICATION OF THE UNDERSURFACE LAYER THERMAL PARAMETERS USING MEASUREMENTS OF STRESSES INSIDE THE CYLINDER

Під час виготовлення та експлуатації структура і властивості приповерхневих шарів конструктивних елементів можуть зазнавати суттєвих змін, що ставить проблему наповнення побудованих моделей достовірною на момент дослідження інформацією. Тому визначення актуальних значень теплофізичних параметрів є важливим завданням теорії термопружності. Непрямі вимірювання параметрів належать до поширених методів теорії обернених задач (ОЗ) параметричної ідентифікації, за якими їх значення обчислюються на основі додаткової інформації про величину температурного поля або теплового потоку [1]. Водночас набуває поширення підхід, коли, зважаючи на зв'язок полів температури й напружень, як додаткову інформацію для ОЗ використовують дані про напружено-деформований стан тіла [2].

Тут зазначений підхід поширено на випадок ідентифікації теплофізичних параметрів приповерхневого шару довгого циліндра, який нагрівається доквіллям, якщо в дискретні моменти часу в центрі циліндра задано радіальні напруження. Побудовано спеціальну структуру розв'язку прямої задачі термопружності, в якій шукані поля подані через температуру поверхні циліндра. Наявність тонкого приповерхневого шару враховано за допомогою неklasичної нестационарної межової умови. З математичної точки зору вона описує кінетику процесу теплопровідності на поверхні тіла. Задовольняючи на основі побудованого розв'язку задачі цю умову, для поверхневої температури отримано інтегро-диференційне рівняння з інтегральним оператором типу Вольтерри. Якщо температура відома, це рівняння перетворюється у вираз для визначення теплофізичних параметрів, які входять у нього в явному вигляді [1]. У разі невідомої температури поверхні, а відомих радіальних напружень в центрі циліндра, використовуємо зв'язок між фізичним і механічним полями і отримуємо для її обчислення інтегральне рівняння Вольтерри другого роду. Після розв'язання цього рівняння невідомі зведену тепловіддачу чи теплоємність тонкого приповерхневого шару визначаємо через знайдену температуру поверхні із зазначених інтегро-диференційних залежностей [1].

Проаналізовано точність ідентифікації параметрів залежно від обсягу вхідних даних ОЗ та від величини цих параметрів. Досліджено стійкість ОЗ щодо малих похибок задання напружень (похибки вимірювань) і її порівняно з випадком задання вхідними даними поверхневої температури [1]. Виявлено, що точність ідентифікації теплофізичних параметрів у разі задання радіальних напружень в центрі циліндра є кращою, ніж коли задано температуру його поверхні. Це зумовлено зокрема тим, що напруження в циліндрі пов'язані з інтегрально-усередненою за товщиною циліндра температурою.

Перелік посилань

1. Швець Р.М., Яцків О.І., Бобик Б.Я. Ідентифікація межових теплофізичних параметрів циліндра за нестационарних умов теплообміну з доквіллям // Фіз.-мат. моделювання та інформ. технології. – 2010. – Вип. 12. – С. 198–207.
2. Кушнір Р.М., Ясінський А.В. Обернена задача термопружності для неоднорідного циліндра за неповної інформації про теплове навантаження // Мат. методи і фіз.-мех. поля. – 2006. – Т. 50, № 3. – С. 140-145.