

УДК 519.6:539.3

МЕТОДИ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ОБЛАСТІ ДЛЯ ЗАДАЧІ ПРО ТЕРМОМЕХАНІЧНИЙ КОНТАКТ ПРУЖНИХ ТІЛ ЗА НАЯВНОСТІ НЕЛІНІЙНИХ ВІНКЛЕРІВСЬКИХ ПОВЕРХНЕВИХ ШАРІВ

Ігор Прокопишин

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

Розглянуто задачу про термопружний контакт кількох пружних тіл за наявності нелінійних поверхневих шарів вінклерівського типу. Між тілами виконуються умови одностороннього механічного контакту через нелінійні вінклерівські прошарки, а також умови неідеального теплового контакту. Вважається, що коефіцієнти контактного теплообміну залежать від нормального контактного напруження та відстані між тілами до деформації. Застосовуючи результати праць [1 – 4, 6], отримано слабке формулювання цієї задачі у вигляді системи варіаційного рівняння і варіаційної нерівності, а також альтернативне слабке формулювання у вигляді системи лінійного і нелінійного варіаційних рівнянь.

Для розв'язування системи варіаційних рівнянь контактної задачі запропоновано ітераційні методи декомпозиції області (МДО) типу Робіна [5], які зводять її до паралельного розв'язування на кожному ітераційному кроці для кожного із тіл двох незалежних лінійних варіаційних рівнянь, одне з яких відповідає задачі теплопровідності з крайовими умовами Робіна (Ньютона, Пуанкаре) на ділянках можливого контакту, а інше – задачі теорії пружності з додатковими об'ємними силами у тілах та механічними крайовими умовами Робіна на цих ділянках. Розроблено методику програмної реалізації алгоритмів МДО з використанням методу скінченних елементів з лінійними і квадратичними трикутними елементами.

За допомогою отриманих методів досліджено плоску задачу про термомеханічний контакт через нелінійний поверхневий вінклерівський шар двох ізотропних пружних тіл скінченних розмірів [5]. Проаналізовано залежність швидкості збіжності МДО від фізичних параметрів задачі. Вивчено вплив параметрів нелінійного вінклерівського шару та температури, заданої на частині межі одного із тіл, на розподілі контактного тиску та контактних температур.

1. *Бобилёв А.А. (мл.)* Задача о контактом взаимодействии весомого упругого тела с односторонним жестким нагретым основанием // Проблемы обчислювальної механіки і міцності конструкцій. – 2010. – Вип. 14. – С. 64–71.
2. *Бобилёв А.А. (мл.)* Задача о сжатии упругой двухслойной полосы жесткими нагретыми выпуклыми штампами // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. Сер. Механіка. – 2010. – Вип. 14, т. 2. – С. 15–22.

3. *Мартиняк Р.М., Прокопишин І.А., Прокопишин І.І.* Контакт пружних тіл за наявності нелінійних вінклерівських поверхневих шарів // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 2013. – **56**, № 3. – С. 43–56.
4. *Прокопишин І.А., Хлебников Д.Г.* Эквивалентные вариационные постановки односторонних контактных задач для упругих тел при наличии нелинейного поверхностного слоя // *Эффективные численные методы решения краевых задач механики твердого деформируемого тела: Тез. докл. респ. н.-т. конф.* – Харьков, ХИСИ, 1989. – С. 83–85.
5. *Прокопишин І.І.* Термомеханічний контакт пружних тіл за наявності нелінійних вінклерівських поверхневих шарів // *Мат. методи та фіз.-мех. поля.* – 2019. – **62**, № 4. – С. 141–161.
6. *Prokopyshyn I.I., Dyyak I.I., Martynyak R.M., Prokopyshyn I.A.* Domain decomposition methods for problems of unilateral contact between elastic bodies with nonlinear Winkler covers // *Lect. Notes Comput. Sci. Eng.* – 2014. – **98**. – P. 739–748.

DOMAIN DECOMPOSITION METHODS FOR PROBLEM OF THERMOMECHANICAL CONTACT BETWEEN ELASTIC BODIES WITH NONLINEAR WINKLER SURFACE LAYERS

We consider a thermomechanical contact problem for several elastic bodies with conditions of unilateral mechanical contact through nonlinear Winkler surface layers and imperfect thermal contact conditions, and obtain a weak formulation of this problem in the form of a system of variational inequality and variational equation, as well as an alternative weak formulation in the form of a system of linear and nonlinear variational equations. To solve the system of variational equations of the contact problem, we propose parallel iterative Robin type domain decomposition methods. In each iterative step of these methods one has to solve two linear variational equations for each of the bodies, which correspond to heat conduction problem with Newton boundary conditions on the possible contact boundaries and linear elasticity problem with additional volume forces and Robin boundary conditions respectively. With the use of the developed methods and the finite element approximations we investigate the thermoelastic contact interaction between two isotropic bodies through a nonlinear Winkler surface layer. The dependence of the convergence rate of domain decomposition algorithms on the physical parameters of the problem is analyzed. The influence of the parameters of the nonlinear Winkler layers and the boundary temperature on the distributions of contact pressure and contact temperatures is studied.