

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМІВНОГО СТАНУ ШАРУВАТИХ ТІЛ З ПІДКРІПЛЮЮЧИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ

Кагадій Т.С., д.ф.-м.н., проф.,

НТУ "Дніпровська політехніка", м.Дніпро

Білова О.В., к.ф.-м.н., доц.,

Національна металургійна академія України, м. Дніпро

Щербина І.В., к.ф.-м.н., доц.,

Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м.Дніпро

Шпорта А.Г.

НТУ "Дніпровська політехніка", м. Дніпро

Досліджені просторові контактні задачі про передачу навантаження від підкріплюючого елемента до шаруватої підвалини. При аналітичному розв'язанні таких задач виникають значні математичні труднощі, і тому просторові задачі вивчено значно менше, ніж плоскі. Але інтерес до цих задач дуже високий, оскільки вони пов'язані з будівництвом, зокрема з механікою фундаментів на палях, та відносяться до механіки армованих волокнами композитів.

Для розв'язання цих задач автори застосовують асимптотичний метод [1], де у якості малого параметру використовується відношення жорсткостей матеріалів в різних напрямках. Для дослідження можливих співвідношень між компонентами вектора переміщень і швидкостями їх змінення уздовж координат запропоновані афінні перетворення, що залежать від вказаного параметру. Розв'язки відповідних систем рівнянь, отриманих при асимптотичному інтегруванні, мають різні властивості [2]. Кожна з граничних систем рівнянь має нижчий порядок, ніж вихідна система. Ці граничні системи, а також відповідні їм асимптотичні процеси, розглядаються як взаємно додаткові. Розв'язки крайових задач розшукуються у вигляді суперпозиції складових, відповідних вказаним типам напружено-деформівного стану. Кожна із складових представляється у вигляді ряду по дробових степенях малого параметра. Отримані рекурентні співвідношення відносно коефіцієнтів вказаних розвинень. Конкретний вигляд асимптотичної послідовності визначається структурою самих рівнянь рівноваги і крайовими умовами. Показано, що задачі розшуку основних функцій можуть бути зведені до крайових задач теорії потенціалу [3].

Розглянуто осесиметричну контактну задачу про передачу навантаження від стержня кругового поперечного перерізу до пружного тіла, що складається з двох зчеплених між собою ортотропних шарів з циліндричною анізотропією $0 \leq z_1 \leq h_1$, $h_1 \leq z_2 \leq h_2$, $r \neq \infty$, $z_1 = z$, $z_2 = z - h_1$. Стержень розміщено перпендикулярно до обмежуючих тіло площин, середня лінія його

співпадає з віссю Oz . Оскільки у просторових задачах для тіл з включеннями модель одновимірного пружного включення в поєднанні з моделлю контакту по лінії безпосередньо не може бути застосована, припускається, що має місце модель одновимірного пружного стержня в поєднанні з моделлю контакту по циліндричній поверхні для підвалини. Знайдені зусилля в стержні $N(z)$ та зусилля контактної взаємодії між стержнем і тілом $q(z)$.

Якщо $h_2=0$, то приходимо до задачі про передачу навантаження шару висотою h_1 (рис.1). На рис. 1 показано змінення зусилля в стержні $N^* = N/4P_0$, $z_* = \pi z/h$ при $g = 0,1$ (крива 1) та при $g = 0,5$ (крива 2).

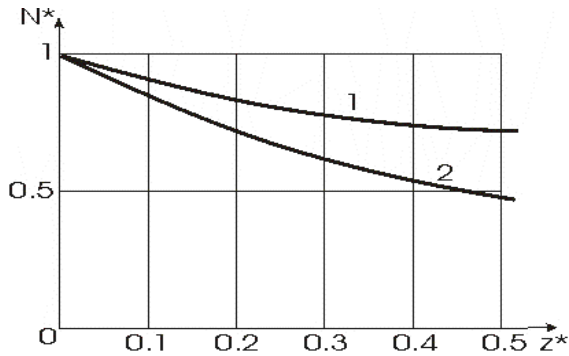


Рис.1.

Сформульовані та досліджені аналогічні задачі для випадку, коли матеріал шарів є в'язкопружним. Проведені граничні переходи, завдяки яким перевірена точність отриманих розв'язків. Наприклад, виявлена подібність результатів з дослідженою авторами раніше задачею про передачу навантаження від підкріплюючого елемента до в'язкопружного напівпростору з циліндричною анізотропією. Розглянуто тривимірну задачу про тонкий пружний стержень прямокутної форми у напівнескінченному в'язкопружному тілі. Знайдено закон розподілу контактних напружень між стержнем та напівпростором, якщо в кінцевій точці підкріплюючого елемента діє сила P_0 , направлена по осі стержня. Показано можливість повернення до оригіналів після перетворення Лапласа. В пружній постановці розглянуто також задачу про передачу навантаження до двошарового тіла скінченних розмірів, що закріплене по зовнішній циліндричній поверхні.

Треба зауважити, що у розглянутих задачах розв'язки для зусилля контактної взаємодії, одержані запропонованим асимптотичним методом, справедливі всюди, крім безпосереднього околу стику волокна і матриці на вільній межі ($z=0$ або $x=0$), де потрібно використовувати особливий розв'язок $\tau(z) = Az^{-\lambda}$. Невідомий постійний коефіцієнт A знаходиться з умов

“зрощування” (в деякій точці співпадають як особливий та наближений розв’язки, так і їх похідні). Ці умови дозволяють визначити точку зрощування двох розв’язків та константу особливого. Показано, що зона, в якій необхідно використовувати особливий розв’язок, незначна. Одержані на основі запропонованого підходу значення для контактних напружень разом з особливим розв’язком дають рівномірно придатний в усій області контакту наближений розв’язок задачі.

Список літератури:

1. Manevich L. I., Pavlenko L. I., Koblik S. G. Asymptotic method in the theory of an elasticity of an orthotropic skew field : monography. Kyiv : Vusha shkola, 1982. 152 с.
2. Кагадий Т. С. Метод возмущений в механике упругих (вязкоупругих) анизотропных и композиционных материалов : монографія. Днепропетровск : РИК НГА України, 1998. 260 с.
3. Бейкер Дж., мл., Грейвс-Моррис П. Аппроксимации Паде : монографія. Москва, 1986. 496 с.С
4. Кузьменко В. И., Власенко Ю. Е. Компьютерное моделирование поведения упругопластических оснований сложной структуры. *Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій*. 2008. № 12. С. 113-123.
5. Кир’ян В. І., Осадчук В. А., Николишин М. М. Механіка руйнування зварних з’єднань металоконструкцій : монографія. Львів : «СПОЛОМ», 2007. 320 с.

EXAMINATION OF THE INTENSE-DEFORMED STATE OF STRATIFIED SKEW FIELDS WITH SUBSTANTIATING ELEMENTS

The axisymmetric contact problem about transmission of a loading from a rod of a circular cross-section to an elastic skew field with cylindrical anisotropy, which consists of two orthotropic stratum tripped among themselves is considered. Similar problems for a case when the material of stratum is the viscoelastic are formulated and explored. Boundary passages owing to which the exactitude of the gained outcomes is checked up are lead.