

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ МЕХАНІКИ ТА АВТОМАТИКИ АПВ НААН
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



**ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**

*XI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди
117-ї річниці від дня народження
доктора технічних наук, професора,
віцепрезидента УАСГН
КРАМАРОВА
Володимира Савовича
(1906-1987)*

«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

*22-23 лютого 2024 року
м. Київ*

УДК 631.17+62-52-631.3

Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. К.: Видавничий центр НУБіП України, 2024. 505 с.

Proceedings of the XI International Scientific and Technical Conference dedicated to the 117th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice President of the UAAS Kramarov Volodymyr Savovych (1906–1987), February 22–23, 2024, Kyiv / MES of Ukraine, National University of Life And Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv: Publishing center of NULES of Ukraine, 2024. 505 p.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів та студентів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок.

The Proceedings presents abstracts of reports of scientific and pedagogical workers, research staff, graduate students and students of the NULES of Ukraine, leading domestic and foreign higher educational institutions and scientific institutions, in which completed stages of development are considered.

УДК 539.3

ДИНАМІЧНЕ РОЗВАНТАЖЕННЯ ПРУЖНОГО ПІВПРОСТОРУ ВІД ТИСКУ ГЕРЦА

А. Г. КУЦЕНКО, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Національний університет біоресурсів і природокористування України
О. Г. КУЦЕНКО, кандидат фізико-математичних наук, доцент
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Визначення контактних напружень, які виникають при нестационарному динамічному навантаженні пружних тіл, відноситься до практично важливих задач теорії пружності. Правильне врахування впливу сил інерції на локальні деформації в околі зони контакту необхідне для адекватного моделювання роботи конструкції чи механізмів, складові яких взаємодіють при значних швидкостях.

Запропоновано метод знаходження переміщень у пружному півпросторі, що поступово навантажується (розвантажується) контактним тиском Герца (рис. 1).

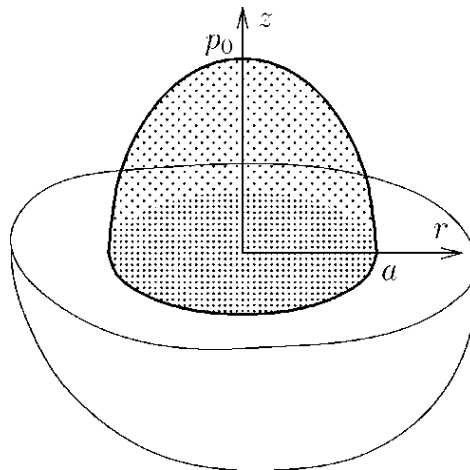


Рис. 1. Пружний півпростір, навантажений тиском Герца.

Попередньо на основі перетворення Ханкеля за радіальною координатою та Лапласа за часовою координатою відновлено розв'язок допоміжної задачі — задачі про миттєве навантаження півпростору. Зокрема граничні умови в просторі образів для допоміжної задачі представляються у вигляді

$$\left(\frac{1-\nu}{1-2\nu} \frac{dW}{dz} + \frac{\nu\lambda}{1-2\nu} U \right) \Big|_{z=0} = -\Pi_0(\lambda, s), \quad \left(\frac{dU}{dz} - \lambda W \right) \Big|_{z=0} = 0, \quad (1)$$

де

$$\Pi_0(\lambda, s) = -L(H(\sigma_z|_{z=0})) = \frac{2}{\pi(1-\nu)R} \frac{\sin a\lambda - a\lambda \cos a\lambda}{s\lambda^2}. \quad (2)$$

Сам же розв'язок допоміжної задачі записується у вигляді простих (некратних квадратур):

$$\tilde{w}^i(r, t, a) = -\frac{a^2}{\pi(1-\nu)R} f(\rho, \tau) \quad (3)$$

де

$$f(\rho, \tau) = (1-\nu)I(\rho) + \frac{1}{4\pi} \left\{ \pi \frac{(1-q/2)^2 \sqrt{1-q/\kappa} I_C(l, 2r)}{(1-q/2)^3 - (1+\kappa^{-1} - 2q/\kappa)/2} - \int_0^1 \frac{\sqrt{1-x/\kappa} I_S(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^2 - \sqrt{(1-x/\kappa)(1-x)}} dx - \int_0^\infty \frac{\sqrt{x/\kappa - 1} I_C(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^2 + \sqrt{(x/\kappa - 1)(x-1)}} dx - \int_1^\kappa \frac{(1-x/\kappa)^2 \sqrt{1-x/\kappa} I_S(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^4 - (1-x/\kappa)(1-x)} dx - \int_1^\kappa \frac{(1-x/\kappa)\sqrt{x-1} I_C(\rho, 2\tau\sqrt{x/q})}{(1-x/2)^4 - (1-x/\kappa)(1-x)} dx \right\}.$$

Його наявність дозволила перейти до вирішення основної задачі — задачі про поступове навантаження поверхні півпростору тиском Герца. Вважаючи діаметр площадки навантаження змінним за часом (рис. 2) та повторно застосовуючи до вирішення допоміжної задачі перетворення Лапласа за часом, нормальні переміщення точок поверхні півпростору в основній задачі вдалося подати у вигляді інтегро-диференціального оператора від функції розподілу нормальних переміщення допоміжної задачі (3):

$$\tilde{w}^g(r, t) = \int_0^t \frac{\partial \tilde{w}^i(r, t-\bar{t}, a(\bar{t}))}{\partial \bar{t}} d\bar{t}. \quad (4)$$

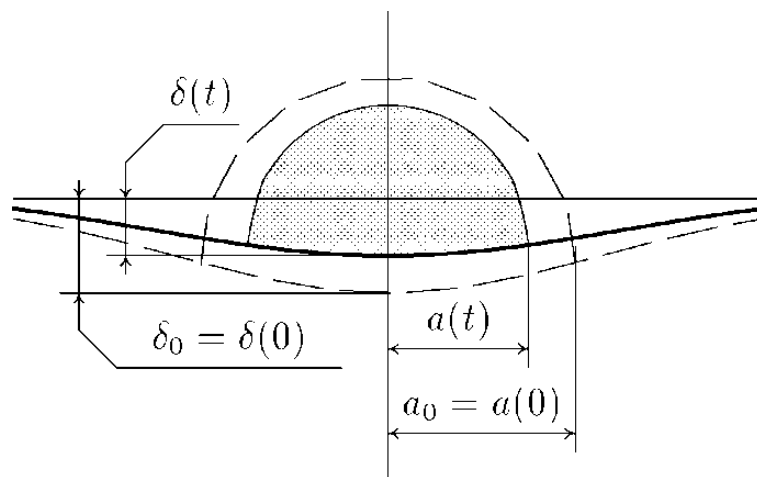


Рис. 2. Поступове розвантаження пружного півпростору

Таким чином, отримано ефективний шлях обчислення нормальних переміщень на площадці навантаження в основній задачі, який полягає у обчисленні інтегралів від обмеженої, скрізь безперервної за винятком однієї точки функції. Останнє дозволило дослідити поведінку нормальних переміщень точок площадки навантаження для кількох законів зміни її розмірів з часом в процесі зняття навантаження з поверхні півпростору. Розраховуючи глибину проникнення умовного штампу за радіусом площадки навантаження у відповідності до теорії Герца, були розглянуті випадки, що відповідають постійній швидкості руху штампу, рівноприскореному його руху та руху за законом першої чверті періоду косинусоїди у часі.

Було встановлено, що при розвантаженні півпростору квазістатична теорія Герца завжди дає менші за абсолютною величиною значення нормальних

переміщень. Величина відхилення цих переміщень від розрахованих на основі наведених співвідношень мало залежить від радіальної координати і обернено пропорційна часу розвантаження площадки. Останнє дозволило зробити висновок про подібність розподілу динамічних контактних напружень розподілу Герца статичним. Зроблено оцінку частини енергії, що йде на утворення пружних хвиль, для різних законів зняття навантаження.