

УДК 539.3

Г.В. Габрусєв, к.фіз.-мат. н., доц.; І.Ю. Габрусєва, к.т.н.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ВПЛИВУ ПОЧАТКОВИХ ДЕФОРМАЦІЙ ПЛИТИ НА ЇЇ ВЗАЄМОДІЮ ІЗ ПАРАБОЛІЧНИМ ШТАМПОМ

H.V. Habrusiev, Ph.D., Assoc. Prof.; I.Yu. Habrusieva, Ph.D.

INFLUENCE OF THE INITIAL DEFORMATION OF THE PLATE ON INTERACTION WITH PARABOLIC PUNCH

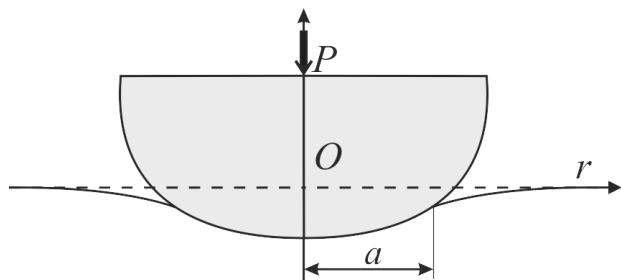


Рис. 1. Схема контактної взаємодії

Розглянемо задачу, про втиснення постійною силою P жорсткого штампа у попередньо напружену товсту плиту, яку моделюватимемо півпростором. Виберемо циліндричну систему координат $Or\theta z$ так, щоб координатна площина $rO\theta$ збігалася з граничною площиною півпростору, а вісь Oz – із лінією дії сили P (рис. 1).

Штамп доторкнувся до півпростору в точці O . Із збільшенням сили P , розміри ділянки контакту також збільшуються. Вважатимемо, що її радіус a відомий, тоді величина прикладеної сили визначається із умови

$$P = -2\pi \int_0^a r \sigma_{zz}(r, 0) dr. \quad (1)$$

Граничні умови поставленої задачі мають вигляд

$$\sigma_{rz}(r) = 0, \quad 0 \leq r < \infty; \quad (2)$$

$$\sigma_{zz}(r) = 0, \quad a \leq r; \quad (3)$$

$$u_z(r) = u_z(a) + \omega(r), \quad 0 \leq r \leq a. \quad (4)$$

Функція $\omega(r)$ відповідає формі поверхні, що обмежує штамп.

Для розв'язання поставленої задачі скористаємось основними співвідношеннями лінеаризованої теорії пружності та методикою побудови наближених розв'язків інтегральних рівнянь, суть якої полягає у представленні шуканої функції у вигляді відрізка ряду за лінійними комбінаціями функцій Бесселя з невідомими коефіцієнтами та подальшим отриманням скінчених систем лінійних алгебраїчних рівнянь для їх відшукування [1]. При цьому також використовувалась методика визначення невідомого радіуса ділянки контакту a [2].

На рис. 2-3 зображено графіки функції $\sigma^*(r)$, що описує розподіл контактних напружень під штампом, а на рис. 4-5 – графіки величини u^* , що описує вертикальні переміщення точок граничної площини півпростору.

На рис. 2-5 пунктирна крива відповідає випадку відсутності у півпросторі залишкових деформацій ($\lambda_1 = 1$), крива 1 – випадку наявних деформацій розтягу ($\lambda_1 = 1.2$), а крива 2 – деформацій стиску ($\lambda_1 = 0.8$).

Проведений числовий аналіз дає можливість стверджувати, що поява у тілі залишкових деформацій розтягу викликає звуження ділянки контакту, збільшення абсолютного значення контактних напружень та зменшення вертикальних переміщень.

Виникнення деформацій стиску спричиняє розширення ділянки контакту, зменшення абсолютного значення контактних напружень та ріст вертикальних переміщень.

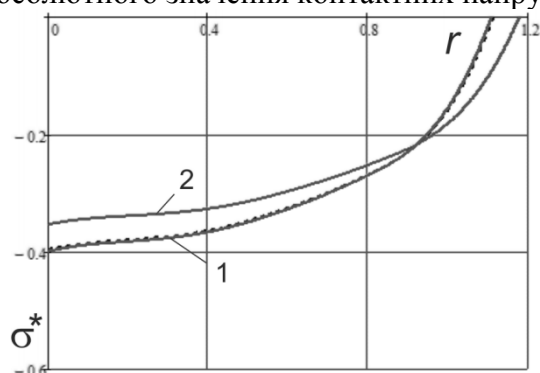


Рис. 2. Контактні напруження для випадку потенціалу гармонічного типу

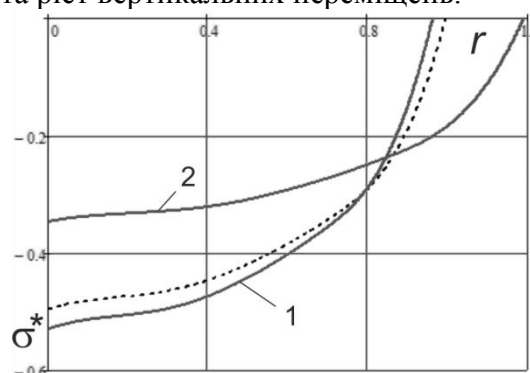


Рис. 3. Контактні напруження для випадку потенціалу Бартенєва-Хазановича

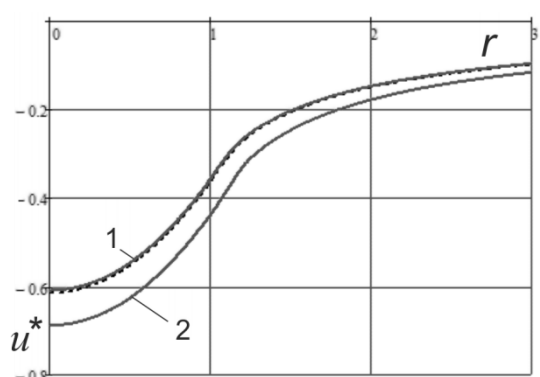


Рис. 4. Вертикальні переміщення для випадку потенціалу гармонічного типу

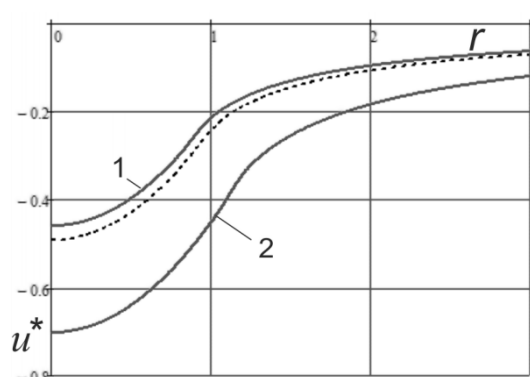


Рис. 5. Вертикальні переміщення для випадку потенціалу Бартенєва-Хазановича

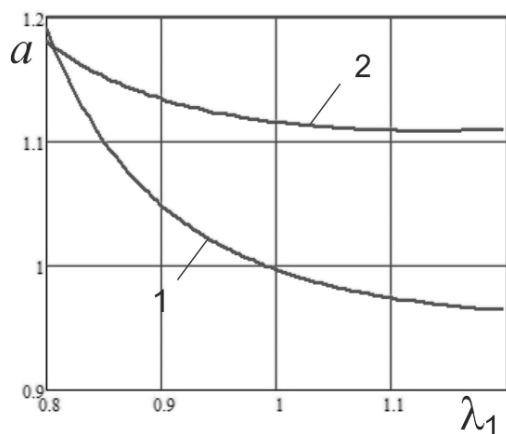


Рис. 6. Залежність радіуса ділянки контакту від параметра λ_1 , тобто від характеристик поля початкових деформацій, що базується на втисненні у досліджувану плиту параболічного штампа.

Література.

1. Габрусев Г. В. Вплив початкових деформацій товстої плити на її контактну взаємодію із параболічним штампом / Г. Габрусев, І. Габрусєва // Вісник ТНТУ. — Т. : ТНТУ, 2017. — Том 85. — № 1. — С. 29–37.
2. Габрусев Г. В. Методика визначення невідомої області контакту жорсткого штампу та попередньо напруженої плити / Г. В. Габрусев, І. Ю. Габрусєва // Матеріали ХХ наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 17-18 травня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 178.