

$$= \left[C_1(C_2 - L)^2 sht + 2C_1^2(C_2 - L)(tsht - cht) + C_2^3((t^2 + 2)sht - 2tcht) \right] \int_{\frac{x-C_2}{C_1}}^{\frac{L-C_2}{C_2}} (7)$$

Таким чином:

$$W = \frac{qy^2}{2x^2} \left(J_1 \frac{x-C_2}{C_1} + J_1 \frac{C_2}{C_1} \right) + \frac{q\dot{y}^2}{2(x-L)^2} \left(J_2 \frac{L-C_2}{C_1} - J_2 \frac{x-C_2}{C_1} \right) = \frac{a(x)y^2}{2}. (8)$$

$$a(x) = \frac{q}{x^2} \left(J_1 \frac{x-C_2}{C_1} + J_1 \frac{C_2}{C_1} \right) + \frac{q}{(x-L)^2} \left(J_2 \frac{L-C_2}{C_1} - J_2 \frac{x-C_2}{C_1} \right);$$

$$J_1(t) = C_1 C_2^2 sht + 2C_1^2 C_2 (tsht - cht) + C_1^3((t^2 + 2)sht - 2tcht);$$

$$J_2(t) = C_1(C_2 - L)^2 sht + 2C_1^2(C_2 - L)(tsht - cht) + C_1^3((t^2 + 2)sht - 2tcht).$$

Отже

$$W = \frac{a(x)\dot{y}^2}{2}. (9)$$

Маючи вираз для кінетичної енергії, можна:

- по-перше, записуючи рівняння Лангранжа II роду для опису руху основних елементів канатної підвісної установки, врахувати вплив каналу на динамічні характеристики цих елементів;
- по-друге, використовуючи теорему про зміну кінетичної енергії визначити динамічні прогини каната у довільній точці у довільний момент часу;
- по-третє, дослідити вплив основних елементів підвісних канатних установок на величину кінетичної енергії каната;
- по-четверте, для конкретної лісотransпортної установки (тобто такої, що працює у конкретних природно-кліматичних умовах) визначити числові значення коефіцієнтів C_1 , C_2 , C_3 і на цій основі проаналізувати закони зміни кінетичної енергії з часом залежно від місця розташування вантажу.

Література

1. Савин Г.Н., Горошко О.А. Динамика нити переменной длины// Киев, АН УССР. – 1962. – 262 с.
2. Денисюк П.Н. Одна задача динамики каната, закрепленного на упругих опорах у точках расположенных на горизонтальной прямой// Сборник. Стальные канаты, Вып. 3. – Киев. – 1966. – С. 28-34.

УДК 539.3

Доц. О.М. Рymar, к.т.н., Б.С. Штангрет, к.т.н. – Львівський інститут пожежної безпеки; доц. П.П. Нахасв, к.т.н. – УкрДЛТУ

ДОТИЧНІ НАПРУЖЕННЯ ДЛЯ КОЛОВОГО КОНТАКТУ ПРОСТОРОВОЇ ЗАДАЧІ

Одержано формули для визначення дотичних напружень у випадку колового контакту точного розв'язку задачі Герца. Результат розв'язання базується на системі переміщень, яка задовольняє всі умови теорії пружності.

O. Rymar, B. Shtangret – Institute of fire safety of Lwiw; P. Nahajev – USUFWT

Tangential strain for an circles contact to the space problem

Tangential strain has been determined to the case for an circle zone contact precise solution Hertzian problem. The solving of this problem is based on a displacement system that satisfies all the elastic theory conditions.

У роботі [1] запропоновано новий розв'язок просторової контактної задачі, який задовольняє необхідні умови теорії пружності. Виведені у загальному вигляді формули [2] для визначення дотичних напружень є складними громіздкими функціями, які, з метою застосування в інженерних розрахунках деталей машин та споруд на міцність, необхідно дослідити, спростити та представити у замкненій формі. Оскільки частковий випадок такої задачі, коли площадка контакту обмежується колом, має свої особливості, необхідно розглянути такий випадок окремо.

Ці формули мають вигляд:

$$\tau_{xy} = -\frac{3P}{2\pi} xy \left\{ n_{\sigma 2} \frac{z\sqrt{t}}{\sqrt{(a^2+t)^3(b^2+t)^3}} \left[\frac{tx^2}{(a^2+t)^2} + \frac{ty^2}{(b^2+t)^2} + \frac{z^2}{t} \right] + \frac{n_{\sigma 1}}{2} I_6 \right\}, (1)$$

$$\tau_{yz} = -\frac{3P}{2\pi} yz \left\{ n_{\sigma 2} \frac{z^2}{\sqrt{(a^2+t)^3(b^2+t)^3}} \left[\frac{tx^2}{(a^2+t)^2} + \frac{ty^2}{(b^2+t)^2} + \frac{z^2}{t} \right] + n_r \frac{I_7}{4} \right\}, (2)$$

$$\tau_{zx} = -\frac{3P}{2\pi} xz \left\{ n_{\sigma 2} \frac{z^2}{\sqrt{(a^2+t)^3(b^2+t)^3}} \left[\frac{tx^2}{(a^2+t)^2} + \frac{ty^2}{(b^2+t)^2} + \frac{z^2}{t} \right] + n_r \frac{I_8}{4} \right\}, (3)$$

де: P – зусилля стискання; ν – коефіцієнт Пуассона; a , b – півосі еліпса площадки контакту; t – параметр, що визначається як найбільший корінь рівняння

$$\frac{x^2}{a^2+t} + \frac{y^2}{b^2+t} + \frac{z^2}{t} - 1 = 0, (4)$$

$$n_{\sigma 1} = \frac{4\nu-1}{1+2\nu}, \quad n_{\sigma 2} = \frac{1}{1+2\nu}, \quad n_r = n_{\sigma 1} + n_{\sigma 2},$$

$$I_6 = \int_0^\infty \frac{ds}{t(a^2+s)(b^2+s)} \sqrt{(a^2+s)(b^2+s)} \left(1 - \frac{x^2}{a^2+s} - \frac{y^2}{b^2+s} \right), (5)$$

$$I_7 = \int_0^\infty \frac{ds}{t(a^2+s)(b^2+s)^3}, (6)$$

$$I_8 = \int_0^{\infty} \frac{ds}{\sqrt{(a^2 + s)^3 (b^2 + s)}}. \quad (7)$$

У частковому випадку задачі контурний еліпс площадки контакту перетворюється у коло. Знайдемо дотичні напруження для колової площадки контакту.

У такому випадку $a=b$, $k \leq b/a=1$, а ексцентриситет $k = \sqrt{1 - k'^2} = 0$. Розглянемо інтеграл I_6 (5), який для значень ексцентриситета $k=0$, $k'=1$ має невизначеність $I_6 = 0/0$. Після перетворень інтеграл

$$I_6 = \int_0^{\infty} \frac{ds}{(b^2 + s)^2 \sqrt{(b^2 + s)(b^2 - x^2 - y^2 + s)}} \quad (8)$$

$$\left. \begin{aligned} s &= z^2, \quad ds = 2zdz; \\ z &= b \operatorname{tg} \alpha, \quad dz = b d\alpha / \cos^2 \alpha; \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

$$V = \sin^2 \alpha, \quad dV = 2 \sin \alpha \cos \alpha d\alpha \quad (10)$$

приводиться до вигляду

$$I_6 = \frac{1}{b^4} \int_V^1 \frac{(1-V)dV}{\sqrt{VB+A}}, \quad (11)$$

$$\text{де:} \quad B = 1 - \gamma^2, \quad A = \gamma^2, \quad \gamma^2 = 1 - \frac{x^2 + y^2}{b^2}. \quad (12)$$

Інтеграл (11) має розв'язок:

$$I_6 = \frac{2}{b^4} \cdot \frac{2 - \sqrt{(1-\gamma^2)V + \gamma^2} [(1-\gamma^2)(3-V) + 2\gamma^2]}{3(1-\gamma^2)^2}, \quad (13)$$

$$\text{де} \quad V = \sin^2 \left(\arctg \frac{\sqrt{t}}{b} \right) = \sin^2 \varphi. \quad (14)$$

Для $\gamma=1$ ($x=y=0$) інтеграл (11) має розв'язок:

$$I_6 = \frac{1}{b^4} \int_V^1 (1-V)dV = \frac{1}{b^4} \frac{(1-V)^2}{2}. \quad (15)$$

Інтеграли (6), (7) підстановками (9) приводяться до вигляду

$$I_7 = I_8 = \frac{2}{b^3} \int_0^{\pi/2} \cos^2 \psi \cdot d\psi = \frac{1}{b^3} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi - \sin \varphi \cos \varphi \right), \quad (16)$$

$$\text{де} \quad \varphi = \arctg \frac{\sqrt{t}}{b}. \quad (17)$$

Підставляючи значення інтегралів I_6 , I_7 , I_8 у формули (1), (2), (3), після перетворень отримаємо:

$$\tau_{xy} = -p_0 x y \left\{ n_{\sigma 2} \frac{b^2 z \sqrt{t}}{(b^2 + t)^3 \cdot g} + n_{\sigma 1} \frac{2 - \sqrt{(1-\gamma^2)V + \gamma^2} [(1-\gamma^2)(3-V) + 2\gamma^2]}{3b^2 (1-\gamma^2)^2} \right\}, \quad (18)$$

$$\tau_{yz} = -p_0 y \left\{ n_{\sigma 2} \frac{b^2 z^2}{\sqrt{t}(b^2 + t)^2 \cdot g} + n_r \frac{1}{4b} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi - \sin \varphi \cos \varphi \right) \right\}, \quad (19)$$

$$\tau_{zx} = -p_0 x \left\{ n_{\sigma 2} \frac{b^2 z^2}{\sqrt{t}(b^2 + t)^2 \cdot g} + n_r \frac{1}{4b} \left(\frac{\pi}{2} - \varphi - \sin \varphi \cos \varphi \right) \right\}. \quad (20)$$

$$\text{де} \quad g = \frac{t(x^2 + y^2)}{(b^2 + t)^2} + \frac{z^2}{t}.$$

Для колового контакту дійсні загальні закономірності:

$\tau_{xy} = 0$ – для площин uoz , hoz і осей x , y , z ;

$\tau_{yz} = 0$ – для площини hoz і осей x , z ;

$\tau_{zx} = 0$ – для площини uoz і осей y , z .

Для точок площадки контакту $z=0$, $t=0$, $\varphi=0$, $V=0$ із формул (18), (19), (20) отримаємо:

$$\left. \begin{aligned} I_6 &= \frac{2}{b^4} \frac{2 + \gamma}{3(1 + \gamma)^2}, \\ \tau_{xy} &= -p_0 n_{\sigma 1} \frac{xy}{b^2} \frac{2 + \gamma}{3(1 + \gamma)^2}, \\ \tau_{yz} &= -p_0 n_r \frac{y}{b} \frac{\pi}{8}, \\ \tau_{zx} &= -p_0 n_r \frac{x}{b} \frac{\pi}{8}. \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Висновок

Знайдені формули дозволяють обчислити дотичні напруження у частковому випадку задачі для ексцентриситета $k=0$.

Література

1. Римар О.М. Система переміщень точного розв'язку просторової контактної задачі// 36. наук. пр. – Львів: Асоціація "Автобус", 2000, вип. 4. – С. 96-100.
2. Римар О.М. Загальний вигляд формул для дотичних напружень задачі Герца// 36. наук. пр. – Львів: Асоціація "Автобус", 2001, вип. 5. – С. 130-133.

УДК 674.04

Аспір. Н.Ф. Чопенко¹ – УкрДЛТУ

СОЦІОЛОГІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОКРИТТІВ ПІДЛОГ ІЗ ДЕРЕВИНИ

У роботі подано результати соціологічного опитування щодо вивчення умов експлуатації покриттів підлоги із деревини.

¹ наук. керівник проф. Прокопович Б.В.