

отношений", утвержденных постановлением Правительства РФ от 06 марта 2012 № 194 (ред. от 23.01.2014);

6. Пучков, В.В. Стратегическое планирование региональных лесопромышленных комплексов : автореф. дис. ... д-ра экон. наук / Пучков Валерий Валерьевич. – СПб., 2010. – 43 с.

7. Каракчиева, И.В. Рациональное лесопользование (проблемы, особенности, перспективы) / И.В. Каракчиева // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. – 2011. – № 7. – С. 141–147.

8. Лесной потенциал России и его развитие // Лесная промышленность / Wood-prom. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://wood-prom.ru/analitika/lesnoy-potentsial-rossii-i-ego-razvitie>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус. – Дата обращения: 29.11.2020.

УДК 630*377.4

Ю. А. Ким, доц., канд. техн. наук (БНТУ, г. Минск);

М. Т. Насковец, доц., канд. техн. наук;

Н. И. Жарков, ст. науч. сотр., канд. техн. наук;

В. И. Гиль, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЛАДКОГО КОЛЕСА С ДВУХСЛОЙНЫМ ОСНОВАНИЕМ

При взаимодействии пневматического колеса с почвогрунтом происходит взаимная деформация контактирующих тел[1]. В результате проведенных исследований получено решение, позволяющее определять величину и характер распределения напряжений, а также момент сопротивления качению колеса и его зависимость от свойств взаимодействующих тел.

Исходные данные:

R_k – радиус колеса;

B – половина ширины колеса;

$R(y) = R_k - \alpha y^4$ – уравнение профиля шины; $\alpha = 0,00000077$;

E – модуль деформации материала первого слоя;

E^* – модуль деформации материала второго слоя;

σ – Коэффициент поперечной деформации;

λ, μ – коэффициенты Ляме первого слоя;

λ^*, μ^* – коэффициенты Ляме второго слоя;

P_w – давление воздуха в шине;

c – коэффициент податливости шины;

H_0 – глубина погружения колеса в почву;

G – нагрузка на колесо;

M_f – момент сопротивления качению колеса;

h – толщина первого слоя;

z, H – периоды изменения координат x и y .

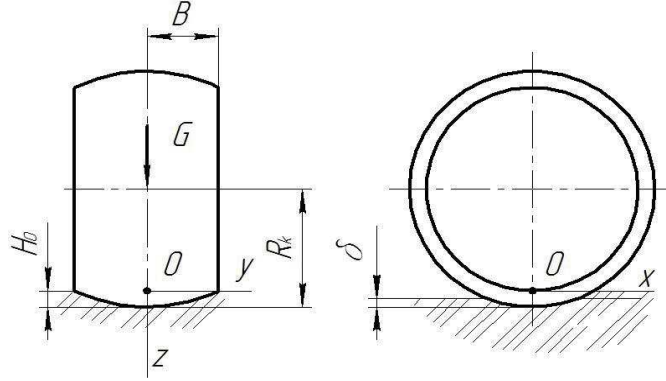


Рисунок 1 – Расчетная схема

1. Определить постоянные коэффициенты и периоды изменения координат x и y : $z = 4R_k$; $H = 4B$

$$\lambda = \frac{E\sigma}{(1+\sigma)(1-\sigma)}; \lambda^* = \frac{E^*\sigma^*}{(1+\sigma^*)(1-\sigma^*)}; \mu = \frac{E}{2(1+\sigma)}; \mu^* = \frac{E^*}{2(1+\sigma^*)};$$

$$k = \frac{\lambda}{\mu}, k^* = \frac{\lambda^*}{\mu^*}; A = -\frac{k+1}{k+3}, A^* = -\frac{k^*+1}{k^*+3}.$$

2. Определить вид функции $f(x, y)$ и абсциссы границ пятна контакта $x_1(y)$, $x_2(y)$

$$f(x, y) = H_0 - R_k + \sqrt{(R_k - \alpha y^4)^2 - x^2}$$

$$x_1(y) = -\sqrt{2(R_k - \alpha y^4)(H_0 - \alpha y^4)\delta - (H_0 - \alpha y^4)^2\delta^2}$$

$$x_2(y) = \sqrt{(R_k - \alpha y^4)^2 - (R_k - H_0)^2}$$

3. Определить коэффициенты разложения в ряд функции $f(x, y)$

$$a_{ki} = \frac{1}{zH} \int_{x_1(y)-B}^{x_2(y)} \int_{-B}^B f(x, y) c_k(x) dx \cdot c_i(y) dy;$$

$$b_{ki} = \frac{1}{zH} \int_{x_1(y)-B}^{x_2(y)} \int_{-B}^B f(x, y) c_k(x) dx \cdot s_i(y) dy;$$

$$\alpha_{ki} = \frac{1}{zH} \int_{x_1(y)-B}^{x_2(y)} \int_{-B}^B f(x, y) c_i(x) dx \cdot s_k(y) dy ;$$

$$\beta_{ki} = \frac{1}{zH} \int_{x_1(y)-B}^{x_2(y)} \int_{-B}^B f(x, y) s_i(x) dx \cdot s_k(y) dy .$$

4. Определить коэффициенты разложения в ряд постоянной

$$M = \frac{a_{00}}{4} + cP_w$$

$$\delta_{ki} = \frac{2M}{zH} \int_{-B}^B \left[\int_{x_1(y)}^{x_2(y)} c_k(x) dx \right] c_i(y) dy , \quad \gamma_{ki} = \frac{2M}{zH} \int_{-B}^B \left[\int_{x_1(y)}^{x_2(y)} c_k(x) dx \right] s_i(y) dy ,$$

$$\varepsilon_{ki} = \frac{2M}{zH} \int_{-B}^B \left[\int_{x_1(y)}^{x_2(y)} s_k(x) dx \right] c_i(y) dy , \quad \mu_{ki} = \frac{2M}{zH} \int_{-B}^B \left[\int_{x_1(y)}^{x_2(y)} s_k(x) dx \right] s_i(y) dy .$$

5. Определить коэффициенты разложения в ряд функции $\varphi_3(x, y, z)$

$$A_{0i} = \frac{a_{0i} + \delta_{0i}}{2[1 + Ne_i(h) + \frac{ci\pi}{H}(1+A)(\lambda+2\mu)][1 + Ne_i(h)]} ,$$

$$B_{0i} = \frac{b_{0i} + \gamma_{0i}}{2[1 + Ne_i(h) + \frac{ci\pi}{H}(1+A)(\lambda+2\mu)][1 + Ne_i(h)]} ,$$

$$A_{ki} = \frac{a_{ki} + \delta_{ki}}{[1 + Ne_i(h) + c\pi \sqrt{\frac{k^2}{z^2} + \frac{i^2}{H^2}}(1+A)(\lambda+2\mu)][1 + Ne(h)]} ,$$

$$B_{ki} = \frac{\beta_{ki} + \gamma_{ki}}{[1 + Ne_i(h) + c\pi \sqrt{\frac{k^2}{z^2} + \frac{i^2}{H^2}}(1+A)(\lambda+2\mu)][1 + Ne(h)]} ,$$

$$C_{ki} = \frac{\alpha_{ki} + \varepsilon_{ki}}{[1 + Ne_i(h) + c\pi \sqrt{\frac{k^2}{z^2} + \frac{i^2}{H^2}}(1+A)(\lambda+2\mu)][1 + Ne(h)]} ,$$

$$C_{k0} = \frac{\alpha_{k0} + \varepsilon_{k0}}{2[1 + Ne_k(h) + \frac{ck\pi}{z}(1+A)(\lambda+2\mu)][1 + Ne_k(h)]} .$$

6. Определить функцию $\varphi_3(x, y, 0)$ и при $z=0$ построить форму поверхности контакта

$$\begin{aligned}\varphi_3(x, y, 0) = & \sum_{i=1}^{10} [A_{0i}c_i(y) + B_{0i}s_i(y)]e_i(z) + \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} [A_{ki}c_k(x)c_i(y) + B_{ki}c_k(x)s_i(y)]e(z) \\ & + \sum_{k=1}^{10} [c_{k0}s_k(x) + D_{k0}c_k(x)]e_k(z) + \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} [c_{ki}c_i(y)s_k(x) + D_{ki}s_i(y)s_k(x)]e(z)\end{aligned}$$

7. Определить коэффициенты разложения в ряд P_{zz}

$$P_{1i} = A_{0i} \frac{i\pi}{H} (1 + A)(\lambda + 2\mu); \quad P_{2i} = B_{0i} \frac{i\pi}{H} (1 + A)(\lambda + 2\mu).$$

$$Q_{1ik} = \pi \sqrt{\frac{k^2}{z^2} + \frac{i^2}{H^2}} (1 + A)(\lambda + 2\mu) A_{ki};$$

$$Q_{2ik} = \pi \sqrt{\frac{k^2}{z^2} + \frac{i^2}{H^2}} (1 + A)(\lambda + 2\mu) B_{ki}.$$

8. Определить давление в контакте P_{zz_0}

$$\begin{aligned}P_{zz_0} = & -\sum_{i=1}^{10} [P_{1i}c_i(y) + P_{2i}s_i(y)] - \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} [Q_{1ik}c_k(x)c_i(y) + Q_{2ik}c_k(x)s_i(y)] \\ & - \sum_{k=1}^{10} \sum_{i=1}^{10} [E_{1ik}s_k(x)c_i(y) + E_{2ik}s_k(x)s_i(y)] - \sum_{k=1}^{10} [F_{1k}c_k(x) + F_{2k}s_k(x)]\end{aligned}$$

9. Определить нагрузку на колесо G и момент сопротивления качению M_f

$$G = \iint_{(F)} P_{zz_0} dF, \quad M_f = \iint_{(F)} P_{zz_0} x dF$$

ЛИТЕРАТУРА

1. Золотаревская Д. И. Зависимость между сжимающими напряжениями и осадкой почв // Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1980, № 2, с. 30–32.