Міністерство освіти і науки України

Національний університет біоресурсів і природокористування України
Механіко-технологічний факультет

Представництво Польської академії наук в Києві
Відділення в Любліні Польської академії наук
Академія інженерних наук України
Українська асоціація аграрних інженерів

ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ II МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ "Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку"

(7–8 листопада 2019 року)
присвячена
90-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України

Київ – 2019

УДК 631.1.17

КОНТАКТНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДВУХ УИРУГОВЯЗКИХ ТЕЛ НЕСОГЛАСОВАННОЙ ФОРМЫ

Хайдер Аль-Хазаали Раад Надим

Министерство водных ресурсов и мелиорации Республики Ирак

Во многих процессах взаимодействия рабочих органов машин и движителей ходовых систем машин возникают задачи о необходимости определения как кинематических, так и динамических характеристик взаимодействия на поверхностях контакта.

Большинство результатов такого взаимодействия дано для случая, когда деформатор является абсолютно твердым телом.

Известны такие решения для задач взаимодействия абсолютно твердого тела различных геометрических очертаний с материалами и средами, представленными в виде упругих, упруговязких либо вязкопластических моделей.

Вместе с тем практически отсутствуют решения прикладных задач взаимодействия двух деформируемых тел.

При этом существуют решения прикладных задач в одномерном виде.

Такие постановки и решения не позволяют определить напряжения и деформации контактирующих тел, и в дальнейшем определить условия возникновения пластического течения либо разрушения, поскольку критерии перехода в такие состояния предполагают формализацию в виде трехмерной модели или, в крайнем случае, двумерной.

Одной из двумерных моделей контактного взаимодействия в упругой постановке есть решение, данное В.М. Александровым и М.И. Чебаковым в виде перемещений поверхности контакта тел:

$$u_1(x,0)=\frac{1}{\pi\theta_1}\left[\int_a^b\frac{\tau(\xi)}{\xi-x}d\xi-\pi\varepsilon_1 q(x)\right];\ \upsilon_1(x,0)=\frac{1}{\pi\theta_1}\left[\int_a^b\frac{q(\xi)}{\xi-x}d\xi-\pi\varepsilon_1\tau(x)\right];$$

$$u_2(x,0)=\frac{1}{\pi\theta_2}\left[\int_a^b\frac{\tau(\xi)}{\xi-x}d\xi-\pi\varepsilon_2 q(x)\right];\ \upsilon_2(x,0)=\frac{1}{\pi\theta_2}\left[\int_a^b\frac{q(\xi)}{\xi-x}d\xi-\pi\varepsilon_2\tau(x)\right],\quad(1)$$

$$\theta_1=\frac{G_1}{1-\nu_1};\ \varepsilon_1=\frac{1-2\nu_1}{2(1-\nu_1)};\ \theta_2=\frac{G_2}{1-\nu_2};\ \varepsilon_2=\frac{1-2\nu_2}{2(1-\nu_2)},$$

где: $\tau(\xi)$ – нормальные и касательные нагрузки, распределенные по длине контакта; G_i,ν_i – модули упругости при сдвиговых деформациях и коэффициенты Пуассона для тел соответственно; a,b – границы зоны контакта.

Такое представление дает некоторые положительные результаты, но не позволяет использовать эти зависимости для пространственных случаев и для решения динамических задач зависящих от времени.

Нами были получены зависимости связей деформаций с напряжениями для пространственного деформирования среды (материала) в случае его представления его в виде вязкоупругих моделей (Кельвина-Фойгта) в виде:

$$т_x[t]=-\frac{e^{-\frac{Gt}{\eta}}(-1+e^{\frac{Gt}{\eta}})((-1+5\nu)\sigma_x+2(-2+\nu)(\sigma_y+\sigma_z))}{6G(1+\nu)},$$

$$т_y[t]=-\frac{e^{-\frac{Gt}{\eta}}(-1+e^{\frac{Gt}{\eta}})(2(-2+\nu)\sigma_x+(-1+5\nu)\sigma_y+2(-2+\nu)\sigma_z)}{6G(1+\nu)},$$

$$\text{т}_z[t] = -\frac{\mathrm{e}^{-\frac{Gt}{\eta}}(-1+\mathrm{e}^{\frac{Gt}{\eta}})(2(-2+\nu)\sigma_x + 2(-2+\nu)\sigma_y + (-1+5\nu)\sigma_z)}{6G(1+\nu)},$$

$$\gamma_{xy}[t] = \frac{\tau_{xy} - \mathrm{e}^{-\frac{Gt}{\eta}}\tau_{xy}}{2G}, \gamma_{yz}[t] = \frac{\tau_{yz} - \mathrm{e}^{-\frac{Gt}{\eta}}\tau_{yz}}{2G}, \gamma_{xz}[t] = \frac{\tau_{xz} - \mathrm{e}^{-\frac{Gt}{\eta}}\tau_{xz}}{2G},$$

где: $\text{т}_i[t], \gamma_{ij}[t]$ – компоненты деформаций; σ_i, τ_{ij} – компоненты напряжений; t – время.

Интегрирование последних зависимостей позволяет получить компоненты перемещений поверхности, а дальнейшее применение полученных зависимостей по аналогии с (1), т.е. применяя три интеграла функции нагрузки в каждом из уравнений получить решение трехмерной контактной задачи для упруговязких тел несогласованной геометрической формы.