Литература

1.Шупилов, А.А. Косилки с плющильными устройствами бильного типа для интенсификации сушки трав (теоретические и экспериментальные исследования, результаты проектирования): монография / А.А.Шупилов.- Минск: БГАТУ, 2007.-120с.

2.Шупилов, А.А., Касперович, Д.В. Адаптация режимно-конструктивных параметров плющилки косилки КПП-3,1 к виду и состоянию кормовых культур. Тезисы докладов международной научно-практической конференции, Минск, 12-13 июня 2008г. «Энергосберегающие технологии и технические средства в сельскохозяйственном производстве», 1ч., Минск, 2008 г., стр.151.

3.Авторское свидетельство на изобретение №1713484 (СССР). «Способ уборки бобовых трав на сено» Пиуновский, И.И., Шупилов А.А.-Опубл. в Б.И.-1992.-№7.

4. Шупилов, А.А., Агейчик В.А., Касперович Д.В., Положительное решение на выдачу патента РБ по заявке на полезную модель № и 20090457 «Устройство для уборки бобовых трав на сено».

УДК.631.001.4

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СОПРЯЖЕНИЯ К КОНТАКТНЫМ ЗАДАЧАМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ СРЕД

Чигарев Ю.В., Крук И.С. , Воробей А.С., аспирант

Западнопоморский Технологический Университет

Польша

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»,

г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время существует немного систематизированного материала по контактным задачам упругого и сложного деформирования. Заметную роль в решении упругих контактных задач играет метод теории функций комплексного переменного и теории потенциала, на основе которых построен метод сопряжения. Решение таких задач можно найти в обширном литературном обзоре «Развитие теории контактных задач в СССР». Задачи упругого контактного деформирования, в решении которых использовался метод сопряжения рассматривались в монографии Н.И. Мусхелишвили [1]. Л.А. Галин [2] развил метод Мусхелишвили Н.И. для плоских задач с введением новых функций, которые являются интегралами типа Коши плотности которых равны соответственно нормальному давлению и тангенциальной нагрузке действующей на поверхности. Через новые функции достаточно просто определяется напряженное состояние в упругой полуплоскости. Введение новых функций дает возможность решать задачи смешанного типа в случае анизотропного тела, с динамической нагрузкой и участками различных типов на площадке контакта. Отметим, что решение контактных задач со сложными средами мало изучено в связи с трудностями математического характера, поэтому использование хорошо разработанного метода сопряжения в решении упруговязких и упруговязкопластических задач даст возможность оценить процесс контактного деформирования более достоверно. Большинство тел как природных так и искусственно созданных являются неоднородными. Неоднородность может проявляться как в пределах, так и за пределом упругости. Как показывают теоретические и практические исследования неоднородность может существенно влиять на прочностные свойства материалов. Современное развитие теории качения в основном связано с упругими и упругопластическими однородными материалами. Однако современные композиционные материалы, грунты и др. являются неоднородными средами и это необходимо учитывать при решении задач качения, так как параметры контактной зоны будут зависеть от изменения свойств среды.

Рассмотрим упруговязкопластическое тело, свойства которого (упругость, вязкость и пластичность) являются функциями координат X_i $i = 1,2,3$).

Функцию нагружения примем в виде

$$f(\sigma_{ij}, \ e^{e}_{ij}, \ e^{p}_{ij}, G(x_i), \eta(x_i), k(x_i)) = 0, \qquad (1)$$

где σ_{ij} - напряжение; e_{ij}^{e}, e_{ij}^{p} - упругие и пластические деформации; $G(x_i)$ - модуль сдвига; $\eta(x_i)$ - коэффициент вязкости; $k(x_i)$ - предел пластичности.

В данную функцию в случае упрочняющегося материала вносят параметр упрочнения - $C(x_i)$.

Напряжения связаны с упругими деформациями законом Гука, а с пластическими деформациями условием Мизеса. В случае трансляционного упрочнения связь между скоростью пластических деформаций и напряжениями запишется в виде

$$\overset{\bullet}{e}^{p} = \eta(x_i)\frac{\partial}{\partial\sigma_{ij}} f(\sigma_{ij}, e_{ij}^{e}, e_{ij}^{p}, G(x_i), \eta(x_i), k(x_i) = 0 \cdot \tag{2}$$

Уравнения равновесия в общем виде представим

$$[\sigma_{jk}(\delta_{ik} + u_{i,k})]_{,j} = 0. \tag{3}$$

где δ_{ik} - символ Кронекера; $u_{i,k}$- перемещения, которые связаны с деформациями отношениями Коши.

Свойства среды могут быть описаны детерминированным образом или стохастическим. Так как большинство материалов имеет случайную структуру, то будем рассматривать зависимость параметров среды от координат X_i случайным образом. В этом случае необходимо применять в решении методы теории вероятностей и математической статистики, определяя эффективные коэффициенты упругости, вязкости и пластичности. Рассмотрим задачу о контактном взаимодействии катка с горизонтальным основанием. Будем считать, что каток и основание описываются одной и той же реологической моделью включающей параметры упругости вязкости и пластичности уравненія (1)-(3). Считаем так же, что среда до взаимодействия имеет некоторое предварительно напряженное состояние, которое описывается параметрами с индексом «0»; Каток воздействуя на основание вызывает в нем возмущение σ^{+}, e^{+} и u^{+}, тогда решение для возмущенного состояния можно записать в виде

$$\begin{aligned} \sigma &= \sigma^{o} + \sigma^{+}; \\ e &= e^{o} + e^{+}; \\ u &= u^{o} + u^{+}; \end{aligned} \tag{4}$$

Уравнение основного состояния приводятся к уравнению вида

$$\sigma_{j}^{i} = \delta_{j}^{k} a_{i}^{k} e_{kk} + (1 - \delta_{ij}^{i}) b_{ij} e_{ij}; \tag{5}$$

уравнение равновесия

$$(\sigma_{ij} + \sigma_{ik}^{o} u_{i,k})_{,o} = 0. \tag{6}$$

Граничные условия

$$(\sigma_{ij} + \sigma_{ik}^{o} u_{i,k}), n_j = P_i. \tag{7}$$

Рядом преобразований аналогичных работам Галина и Горячевой для описания состояния тел приходим к уравнениям которые можно трактовать по математической структуре как упругие среды

$$\left.\begin{aligned} e_1^{*} &= \frac{B^{(i)}}{G^{(i)}}(\sigma_1^{*} - \nu^{(i)}\sigma_2^{*} \\ e_2^{*} &= \frac{B^{(i)}}{G^{(i)}}(\sigma_2^{*} - \nu^{(i)}\sigma_1^{*} \\ e_{12}^{*} &= \frac{2(1+V^{(i)}B^{(i)}}{G^{(i)}}\sigma_{12}^{*} \end{aligned}\right\} \tag{8}$$

Для определения величины σ^{*} и e^{*} можно использовать метод сопряжений. Введем функции $\Omega_1(Z)$ *и* $\Omega_2(Z)$ являющимися интегралами типа Коши. Предполагает, что плотности этих интегралов равны соответственно нормальному давлению $\sigma_{ij}(Z)$ и касательной нагрузки $\tau_{ij}(Z)$. Величина Z представляется на комплексной плоскости

$Z = X_1 + iX_2$ модуль которой $/Z/ = \sqrt{X_1^2 + X_2^2}$.

Можно записать

$$\Omega_1(Z) \quad = a_1 \quad + ib_1 = \int_a^b \sigma_{ij} \frac{d\zeta}{\zeta - 2}, \ \Omega_{21}(Z) \quad = a_2 \quad + ib_2 = \int_a^b \tau_{ij} \frac{d\zeta}{\zeta - 2}.$$

Устремляя Z к X_1 снизу получим

$$\Omega_1(Z) \quad = \int_a^b \sigma_{ij} \frac{d\zeta}{\zeta - 2} - i\pi(\sigma_{ij}), \ \Omega_{21}(Z) \quad = \int_a^b \tau_{ij} \frac{d\zeta}{\zeta - 2} - i\pi(\tau_{ij}).$$

Преобразовывая интегральные соотношения с помощью функций Уиттекера и выроженных гипергеометрических функций приходим к системе уравнений, на основании которой можно записать выражение для определения длины площадки контакта. В итоге уравнения состояния реологически сложной среды рядом преобразований приводятся к виду удобному для применения метода сопряжения, определяются фиктивные напряжения и деформации в зоне контакта, после чего осуществляется переход к истинным напряжениям.

Литература

1. Мусхелишвили Н.И. Некоторые основные задачи математической теории упругости. М. Наука, 1966, с.425

2. Галин Л.А., Горячева И.Г. Ассиметричная контактная задача теории упругости при наличии износа ПММ. 1977, т.41, вып.5, с.15-19

УДК 629.114.2

МОДЕРНИЗАЦИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Бобровник А.И., докт. техн. наук, ст. н. сотр., Дивин К.И., аспирант

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

В условиях рыночной экономики, и особенно в период экономического кризиса, остро встает проблема поиска новых методов снижения энергоемкости, создания новых технологий эксплуатации и снижения энергетических и материальных ресурсов. В последнее время все больший интерес конструкторов вызывают системы рулевого управления колесных машин.

Известно устройство рулевого управления, содержащее рулевое колесо и рулевой вал, вращение с которого парой «червяк-ролик» или парой «сектор-рейка» преобразуется в поступательное движение и с помощью элементов рулевой трапеции передается на управляемые колеса. [1]

Недостатками данного устройства являются значительные прилагаемые усилия, а также неточность выполнения условий выражения

$$\text{ctg}\beta - \text{ctg}\alpha = L/M, \tag{1}$$

где β – угол поворота наружного колеса; α – угол поворота внутреннего колеса; L – шкворневая колея машины; M – база машины.

Известно также устройство рулевого управления, состоящее из насоса-дозатора, одного двуштокового или двух одноштоковых дифференциальных гидроцилиндров, осуществляющих поворот, насоса питания, гидравлической арматуры, а также поперечной рулевой тяги и поворотных рычагов, образующих совместно с передним мостом рулевую трапецию. [2]. К недостаткам известного устройства относятся низкие компоновочные возможности, создаваемые наличием поперечной рулевой тяги, а также невозможность обеспечения применяемыми на практике методами точного соотношения углов поворота внутреннего и наружного управляемых колес, которое требуется теоретической зависимостью (1), что приводит к повышенному износу шин управляемых колес, увеличению напряжений на элементах силовой части рулевого управления, невозможностью рациональной компоновки узлов.

Аналитическая связь между углами поворота управляемых колес трактора и параметрами данной рулевой трапеции описывается уравнением (2) [3]: