

сверху только на ее высоту. За пределами этой длины балка или вырождается, или, с учетом ограничений снизу, имеет меньшую жесткость.

Резюме. В работе сформулирована и решена задача оптимизации линейно и нелинейно упругих балок и плит на упругом основании при ползучести, и указаны свойства конструкций максимальной жесткости.

Л и т е р а т у р а

1. Филин А.П. Определение лишних неизвестных в физически нелинейных статических и неопределимых стержневых системах. - "Докл. АН СССР". Т. 89, 1953, № 4.
2. Егоров К.Е. К вопросу деформаций основания конечной толщины. - В сб.: Механика грунтов, 1958, № 34.
3. Ильюшин А.А. Пластичность. М., 1948.
4. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. М., 1975.
5. Габасов Р., Кириллова Ф.М. Принцип максимума в теории оптимального управления. Минск, 1974.
6. Программа автоматического расчета балок на упругом слое конечной толщины в условиях пространственной задачи на ЭВМ "Минск-22", вып. 1-144, М., 1971.
7. Александров В.М., Шацких Л.С. Универсальная программа расчета балочных плит на линейно-деформируемом основании. - "Труды УП Всесоюз. конф. по теории пластинок и оболочек". М., 1970.
8. Леллеп Я.А. Оптимальное проектирование балок в условиях установившейся ползучести. - "Известия АН СССР. Механика твердого тела", 1977, № 1.

УДК 531.8

Л.А. Борисенко

ВЫВОД УРАВНЕНИЙ ДВИЖЕНИЯ ИНЕРЦИОННОГО ТРАНСФОРМАТОРА МОМЕНТА С ИМПУЛЬСАТОРОМ ХОББСА

Схема инерционного трансформатора момента с импульсатором Хоббса представлена на рис. 1. Он состоит из центрального колеса 1, спутника 2 и водила 3, образующих двухколесный планетарный механизм. На спутнике эксцентрично закреплен груз М.

Выберем в качестве обобщенных координат углы поворота водила θ и спутника φ . Угол поворота центрального колеса ξ выражается через θ и φ в соответствии с известной из кинематики планетарного механизма зависимостью

$$\varepsilon = \frac{1}{i} (\varphi + \theta (i-1)), \quad (1)$$

где $i = R_1/R_2$, R_1 и R_2 - радиусы начальных окружностей центрального колеса и сателлита.

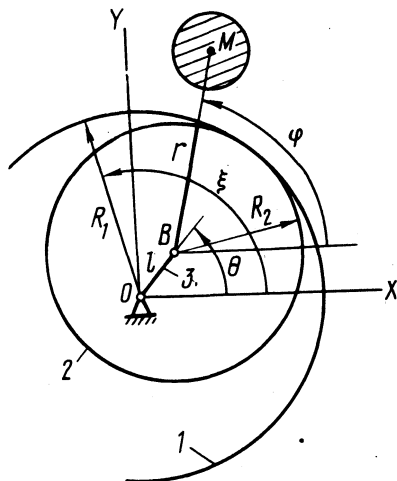


Рис. 1.

В прямоугольной координатной системе X, Y координаты и скорость точки M определяются следующими уравнениями:

$$X_M = l \cos \theta + r \cos \varphi; \quad (2)$$

$$Y_M = l \sin \theta + r \sin \varphi; \quad (3)$$

$$\dot{X}_M = -l \sin \theta \dot{\theta} - r \sin \varphi \dot{\varphi}; \quad (4)$$

$$\dot{Y}_M = l \cos \theta \dot{\theta} + r \cos \varphi \dot{\varphi}; \quad (5)$$

где l и r - длина водила и эксцентриситет центра тяжести груза M .

Определим кинетическую энергию груза T_M

$$T_M = \frac{1}{2} m (\dot{X}_M^2 + \dot{Y}_M^2),$$

где m - масса груза.

После очевидных подстановок и преобразований имеем

$$T_M = \frac{1}{2} m (l^2 \dot{\theta}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2 + 2lr \dot{\theta} \dot{\varphi} \cos(\varphi - \theta)). \quad (6)$$

Определим кинетическую энергию сателлита по теореме Кеннига

$$T_2 = \frac{1}{2} I_2 \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_B^2, \quad (7)$$

где I_2, m_2 - момент инерции спутника относительно центра тяжести и его масса; V_B - скорость центра тяжести спутника.

Выражение (8) представляет кинетическую энергию всего механизма $T = \frac{1}{2} I_1 \dot{\xi}^2 + \frac{1}{2} I_2 \dot{\varphi}^2 + \frac{1}{2} m_2 V_B^2 + \frac{1}{2} I_3 \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2} m(l^2 \dot{\theta}^2 + r^2 \dot{\varphi}^2 + 2lr \dot{\theta} \dot{\varphi} \cos(\varphi - \theta))$. (8)

Здесь I_1 и I_3 моменты инерции центрального колеса и водила с учетом приведенных к ним масс звеньев.

Продифференцировав выражение (8) по обобщенным координатам и обобщенным скоростям, составив уравнения Лагранжа 2-го рода и преобразовав их, получаем два нелинейных дифференциальных уравнения с переменными коэффициентами

$$\ddot{\varphi} a_1 + \ddot{\theta} a_2 + \dot{\theta}^2 a_3 + Q_\varphi; \quad (9)$$

$$\ddot{\varphi} b_1 + \ddot{\theta} b_2 - \dot{\varphi}^2 b_3 = Q_\theta, \quad (10)$$

где $a_1 = mr^2 + I_2 + I_1 \frac{1}{i_2};$

$$a_2 = mlr \cos(\varphi - \theta) + I_1 \frac{i-1}{i_2};$$

$$a_3 = mlr \sin(\varphi - \theta);$$

$$b_1 = mlr \cos(\varphi - \theta) + I_1 \frac{i-1}{i_2};$$

$$b_2 = ml^2 + m_2 l^2 + I_3 + I_1 \frac{(i-1)^2}{i_2};$$

$$b_3 = mlr \sin(\varphi - \theta).$$

Обобщенные силы Q_r и Q_θ определяются как множители перед вариациями обобщенных координат в выражениях суммы работ движущих сил M_g и сил сопротивления M_c . Для случая, когда ведущим звеном является водило

$$Q_\theta = M_c \frac{i-1}{i} + M_g; \quad (11)$$

$$Q_{\varphi} = M_c \frac{1}{i} . \quad (12)$$

Для случая, когда ведущим является центральное колесо

$$Q_{\theta} = M_c + M_g \frac{i-1}{i} ; \quad (13)$$

$$Q_{\theta} = M_g \frac{1}{i} . \quad (14)$$

Уравнения движения механизма (9) и (10) могут быть решены численным методом на ЭЦВМ.

Резюме. В работе получены уравнения динамики для инерционного трансформатора с импульсатором Хоббса.

УДК 531.3+629.11.012.5

М.А. Левин, канд. техн. наук

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ В ТЕОРИИ КАЧЕНИЯ

В работе в уточненной постановке рассматривается определение значений ряда кинематических коэффициентов, обозначенных в [1] через k_{17} , k_{18} , k_{19} , k_{20} , а также радиуса качения r в свободном режиме движения и других величин, связанных с ними. Основное отличие здесь заключается в том, что деформации периферии колеса за пределами области контакта не предполагаются малыми отклонениями, при этом удерживаются члены порядка α до третьей степени включительно. Это обстоятельство имеет существенное значение для деформируемых колес, у которых отношение соответствующего коэффициента псевдоскольжения к соответствующей жесткости близко к половине длины области контакта.

Таким образом, с удержанием членов порядка не выше α^3 уравнения для деформаций за пределами области контакта могут быть приведены к следующему виду

$$c_1 \lambda_1' + \frac{1}{R} \frac{ds}{d\mu} - \lambda_3' \gamma_1 c_3 - \frac{N_2}{R} \left(\gamma_1 - \frac{\gamma_1^3}{6} \right) = 0 ; \quad (1)$$

$$c_3 \lambda_3' - \frac{N_2}{R} \frac{d\gamma_1}{d\mu} - \frac{s}{R} + \lambda_1' \gamma_1 c_1 - c_3 \lambda_3' \frac{\gamma_1^2}{2} - \frac{N_2}{R} \frac{\gamma_1^2}{2} - \frac{sd\gamma_1}{Rd\mu} = 0 ; \quad (2)$$