

Кинематические характеристики одношарнирной карданной передачи

Рассмотрим трансмиссию транспортного средства, где мощность от коробки передач (рисунок 1) к ведущему мосту передается посредством одношарнирной карданной передачи (рисунок 2), которая в процессе движения машины может изменять свое первоначальное положение.

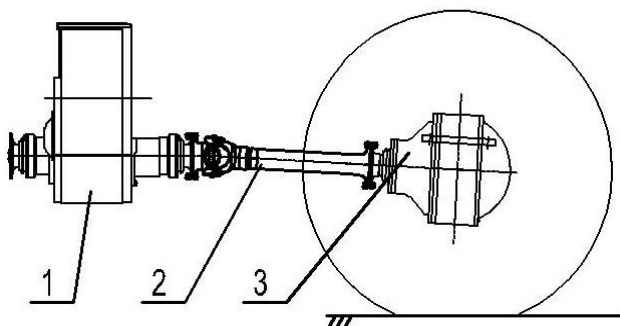


Рисунок 1 – Схема установки одношарнирной карданной передачи на транспортном средстве:

- 1- коробка переключения передач (коробка скоростей);
- 2- карданный вал;
- 3- задний мост с колесами

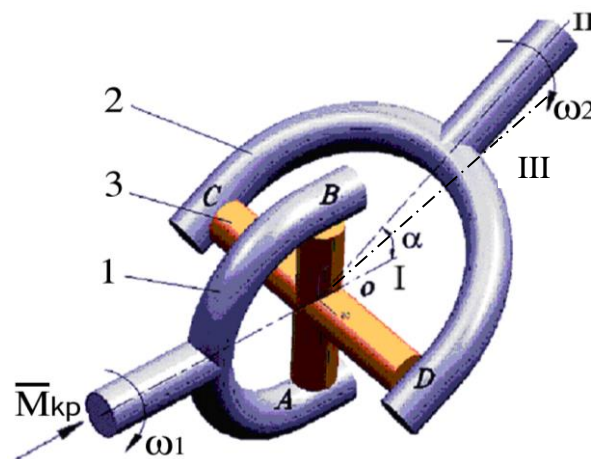


Рисунок 2 – Кинематическая схема карданного шарнира: 1, 2 – вилки; 3 – крестовина; I – ось вращения вилки I; II – ось вращения вилки 2; α – угол между осями I и II; III – новое положение оси вращения вилки 2 при переменном угле α ; ω_1 и ω_2 – угловые скорости входного и выходного валов

Для одношарнирной карданной передачи из литературы [1,2] известна зависимость угловой скорости выходного вала кардана ω_2 от угловой скорости вала коробки скоростей ω_1 – характеристика неравномерности вращения выходного вала кардана, связанного с задним мостом с колесами:

$$\omega_2 = \omega_1 \cdot \frac{\cos(\alpha)}{1 - \sin^2(\alpha) \cdot \cos^2(\lambda)} = \omega_1 \cdot K(\lambda, \alpha), \quad (1)$$

где λ – угол поворота вала коробки скоростей (входного вала кардана); α – угол излома карданного шарнира.

Определим угловое ускорение выходного вала кардана ε_2 , взяв полную производную по времени от левой и правой частей выражения (1):

$$\varepsilon_2 = \frac{d\omega_2}{dt} = \varepsilon_1 \cdot K(\alpha, \lambda) + \omega_1 \cdot \left(\frac{\partial K(\alpha, \lambda)}{\partial \lambda} \cdot \omega_1 + \frac{\partial K(\alpha, \lambda)}{\partial \alpha} \cdot \omega_\alpha \right), \quad (2)$$

где $\omega_1 = \frac{d\lambda}{dt}$; ε_1 – угловое ускорение входного вала; $\omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt}$ – угловая скорость выходного вала при перемещении оси II в положение III (см. рисунок 2).

Для полного анализа (2) необходимо рассмотреть четыре случая:

$$1) \varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = 0, \quad \omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt} = 0; \quad 2) \varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = 0, \quad \omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt} \neq 0;$$

$$3) \varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} \neq 0, \quad \omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt} = 0; \quad 4) \varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} \neq 0, \quad \omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt} \neq 0.$$

Рассмотрим первый случай. $\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = 0, \quad \omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt} = 0$ (угол излома кардана $\alpha = const$, ось II - неподвижна).

Выражение (2) примет вид:

$$\varepsilon_2^{(1)} = \omega_1 \cdot \left(\frac{\partial K(\alpha, \lambda)}{\partial \lambda} \cdot \frac{d\lambda}{dt} \right) = \omega_1^2 \cdot \frac{\partial K(\alpha, \lambda)}{\partial \lambda}. \quad (3)$$

В выражении (3) введем замены: $k\lambda(\alpha, \lambda) = \frac{\partial K(\alpha, \lambda)}{\partial \lambda}$, $\omega_1 = \omega_1$ и $\varepsilon_{21}(\alpha, \lambda, \omega_1) = \varepsilon_2^{(1)}$.

Построим графики зависимости углового ускорения $\varepsilon_{21}(\alpha, \lambda, \omega_1)$ в функции угла поворота входного вала кардана λ при различных значениях угла излома α (при $\omega_1 = 30\pi \text{ рад/с}$).

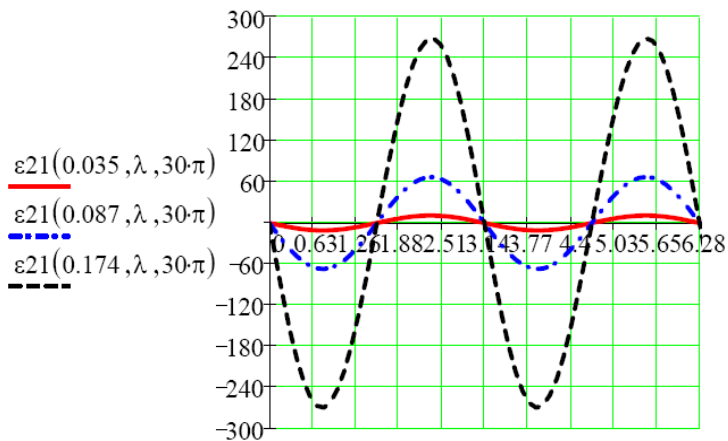


Рисунок 3 – График зависимости углового ускорения ε_{21} в функции угла поворота входного вала кардана λ при различных значениях угла излома: $\alpha=0,035; 0,087; 0,174$ рад ($2^\circ; 5^\circ; 10^\circ$)

Знание углового ускорения ε_2 позволит в дальнейшем в динамике впервые учесть влияние добавочного момента в функции угла излома, действующего на колесо и равному произведению осевого момента инерции колеса с карданом на угловое ускорение. Этот добавочный момент вызывает осциллирующее движение вращающегося колеса относительно его оси вращения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И., Курс теоретической механики, ч.1, М.: 1954 - 379с.
2. Малаховский Я.Э., Лапин А.А., Веденеев Н.К., Карданные передачи, М.: 1962 – 155с