

УДК 621

**Совершенствование эксплуатации техники посредством улучшения  
расчетов одношарнирной карданной передачи**

Ю.А. Кривоносова, М.С. Ткачёва  
Научный руководитель Гурвич Ю.А.

Государственное учреждение образования «Институт пограничной  
службы»

Амортизационный ресурс военной техники, учитывая необходимость ее применения в экстремальных условиях (в том числе и ведении боевых действий), как известно, во многом зависит от качественных расчетов на стадии ее проектирования.

По мнению авторов, внедрив рассматриваемую ниже методику в производственный процесс, появится возможность улучшить эксплуатационные характеристики техники.

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.

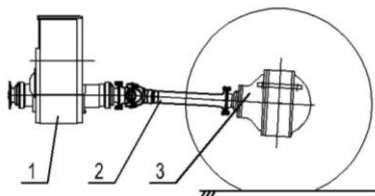


Рисунок 1 – Схема установки одношарнирной карданной передачи на транспортном средстве:

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

Для одношарнирной карданной передачи из известна зависимость угловой скорости выходного вала кардана  $\omega_2$  от угловой скорости вала коробки скоростей  $\omega_1$  :

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

где  $\lambda$  - угол поворота входного вала кардана;  $\alpha$  - угол излома карданного шарнира. Эти угловые скорости в (1) определяют характеристику неравномерности вращения выходного вала кардана, связанного с задним мостом и колесами.

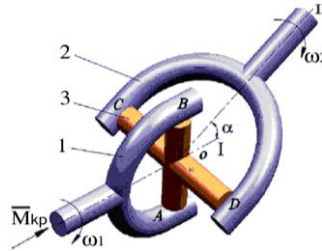


Рисунок 2 – Кинематическая схема карданного шарнира:

1, 2 – вилки; 3 – крестовина; I – ось вращения вилки I; II – ось вращения вилки 2;  $\alpha$  - угол между осями I и II; III – новое положение оси вращения вилки 2 при переменном угле  $\alpha$ ;  $\omega_1$  и  $\omega_2$  - угловые скорости входного (от коробки скоростей) и выходного валов

Определим угловое ускорение выходного вала кардана  $\varepsilon_2$ , 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  $\omega_1 = \frac{d\lambda}{dt}$ ;  $\varepsilon_1$  - 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.  $\varepsilon_1 = \frac{d\omega_1}{dt} = 0$ ,  $\omega_\alpha = \frac{d\alpha}{dt} = 0$  (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  $\lambda$  при различных значениях угла излома  $\alpha$  (при  $\omega_1 = 30\pi \text{ рад/с}$ ).

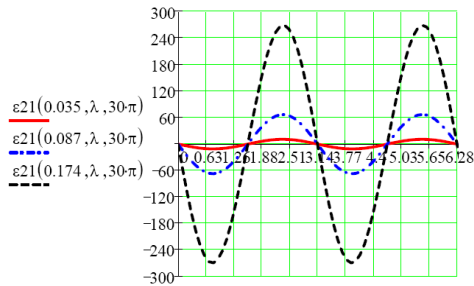


Рисунок 3 – График зависимости углового ускорения  $\varepsilon 21$  в функции угла поворота входного вала кардана  $\lambda$  при различных значениях угла излома:  $\alpha=0,035; 0,087; 0,174$  рад ( $2^\circ; 5^\circ; 10^\circ$ )

Таким образом, знание углового ускорения  $\varepsilon_2$  позволит в дальнейшем в динамике впервые учесть влияние добавочного момента  $M_\delta$  в функции угла излома  $\alpha$ , действующего на колесо и равного произведению осевого момента инерции колеса с карданом  $I_x$  на угловое ускорение  $\varepsilon_2$  ( $M_\delta = I_x \varepsilon_2$ ). Этот добавочный момент вызывает осциллирующее движение у вращающегося колеса относительно его оси вращения. В результате суммарный момент  $M$  на колесе имеет вид:  $M = M_{кр} \pm M_\delta$ , где  $M_{кр}$  – крутящий момент от вала коробки скоростей на входном валу вилки кардана.