

Джурсаев А., Давидбаев Б.Н., Зулпиев С., Давидбаева Н.Б.

ВЛИЯНИЕ УГЛА РАСХОЖДЕНИЯ ВАЛОВ РЫЧАЖНО-ШАРНИРНОЙ МУФТЫ НА ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ

A. Djuraev, B.N. Davidbaev, S. Zulpiev, N.B. Davidbaeva

EFFECT OF ANGLE OF DIVERGENCE LEVER SHAFT-HINGED CLUTCH ON THE NATURE OF MOTION

УДК: 621.01

Работа посвящена исследованию влияния угла расхождения валов рычажно-шарнирной муфты на характер движения системы. Используя систему уравнений динамики движения машинного агрегата применительно к конкретной рычажно-шарнирной муфте, получена ряд важных результатов и рекомендовано оптимальный значения углов расхождения осей валов муфты.

The work is devoted for researching the influence in angle disperse of roller lever joint sleeve on movement system. Using the system equation of dynamic traffic engine unit in conformity with lever joint clutch turned out the row of important results and recommended the optimal meaning of angle disperse in roller sleeves.

Для использования в карданных механизмах была рекомендована новая конструкция рычажно-шарнирной муфты с упругими элементами [1]. Схема рычажно-шарнирной муфты представлена на рис. 1.

Динамика движения машинного агрегата с рекомендуемой рычажно-шарнирной муфтой описывается следующей системой уравнений:

$$M_{g1} = M_1 - K_1 \frac{d\varphi_1}{dt}$$

$$I_{n1} = \frac{d^2\varphi_1}{dt^2} = M_{g1} - \epsilon_y \left( \frac{d\varphi_1}{dt} - U_{12} \frac{d\varphi_2}{dt} \right) - c_y (\varphi_1 - U_{12}\varphi_2) \left( 1 - \frac{\partial U_{12}}{\partial \varphi_1} \varphi_2 \right);$$

$$I_{n2} = \frac{d^2\varphi_2}{dt^2} = U_{12} \epsilon_g \left( \frac{d\varphi_1}{dt} - U_{12} \frac{d\varphi_2}{dt} \right) + c_g (\varphi_1 - U_{12}\varphi_2) \left( U_{12} + \frac{\partial U_{12}}{\partial \varphi_2} \varphi_2 \right) - M_c;$$

где,

$$U_{12} = \sqrt{\frac{[\cos \varphi_1 \cos^2 \alpha + \sin^2 \varphi_1] \sin^2 (\alpha + \Delta \alpha) [\sin - \cos(\varphi_2 + \varphi_2)]}{[\sin^2 \alpha (1 - 2 \cos 2\varphi_1) + \cos^2 \alpha] \cos^2 (\varphi_2 + \Delta \varphi_2) [\sin^2 \Delta \alpha - \sin^2 (\alpha + \Delta \alpha)] \cos \Delta \alpha + \sin(\varphi_2 + \varphi_2) \frac{\sin^2 (\varphi_2 + \Delta \varphi_2) + \cos^2 (\alpha + \Delta \alpha)}{\cos \Delta \alpha + \sin(\varphi_2 + \Delta \varphi_2) \cdot \sin \Delta \alpha}}}$$

где,  $I_{n1}, I_{n2}$  - приведённые моменты инерции к ведущему и ведомому валов рычажно-шарнирной муфты;  $\varphi_1, \varphi_2$  - угловые перемещения ведущего и ведомого валов муфты,  $U_{12}$  - передаточная функция между валами;  $c_y, \epsilon_y$  - приведенные коэффициенты жёсткости и диссипации упругих элементов муфты;  $M_g$  - движущий момент на ведущем валу муфты;  $M_c$  - момент сопротивления на ведомом валу муфты;  $M_1$  - значение начального момента на ведущем валу рычажно-шарнирной муфты,  $K_1$  - коэффициент наклона механической характеристики ведущего вала муфты для рабочего режима,  $K_1 = \text{tg} \alpha_1 = \frac{M_1}{\Delta \varphi_1}$ .

где,  
 $U_{12} =$

$$\frac{1 \cos \cos^1}{[\sin^2 a(1-2\cos^2 j)+\cos^2 a} \quad \frac{a+\sin <p}{\cos^2 ifp_2+A^2\sin^2 Aa-\sin^2(a+Aa)} \quad \frac{2[\sin^2(a+Aa\sin-\cos(\wedge z)2 + <p_2)]}{\cos Aa+\sin(\wedge z)}$$

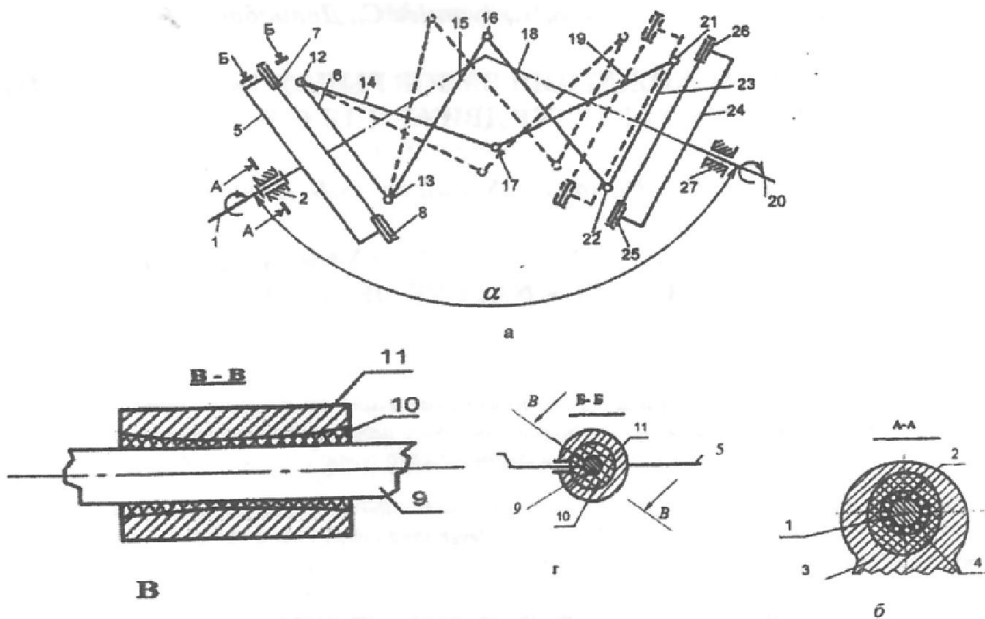


Рис. 1. Шарнирная муфта с упругими элементами  
 а- общая схема, б- сечение опоры 2, в- сечение шарнира 7 и г- сечение осевое шарнира 7.

Решение задачи производили с помощью численного метода Mathcad [2].

На основе решения задачи получены закономерности изменения угловых скоростей, ускорений и крутящих моментов на ведущем и ведомом валах шарнирно-рычажной муфты. Закономерности изменения  $\dot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_1, M_1$  и  $\dot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_2, M_2$  получены при технологической нагрузке  $107,5 \pm 8,8 \text{ Нм}$  и при  $225,4 \pm 18,3 \text{ Нм}$ . С увеличением технологической нагрузки значительно возрастает амплитуда колебаний угловых скоростей, ускорений и крутящего момента на ведущих и ведомых валах муфты.

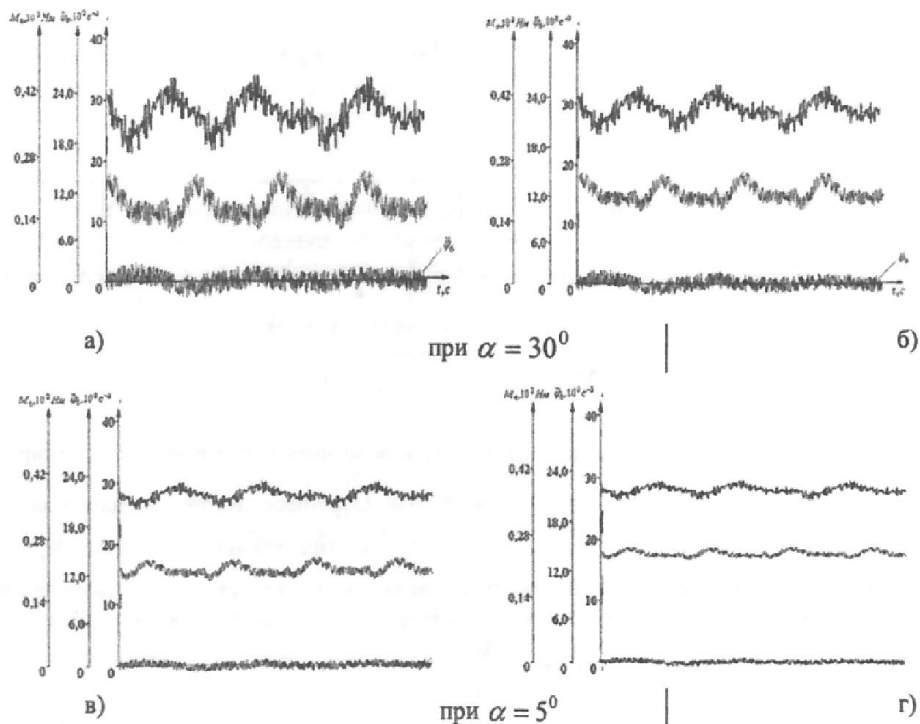


Рис. 2 Закономерности изменения угловых скоростей ускоренной и крутящего момента на ведущим и ведомого вала рычажно-шарнирной муфты при вариации угла  $\alpha$  наклона валов. где, а, в - для ведомого вала, б, г для ведущего вала.

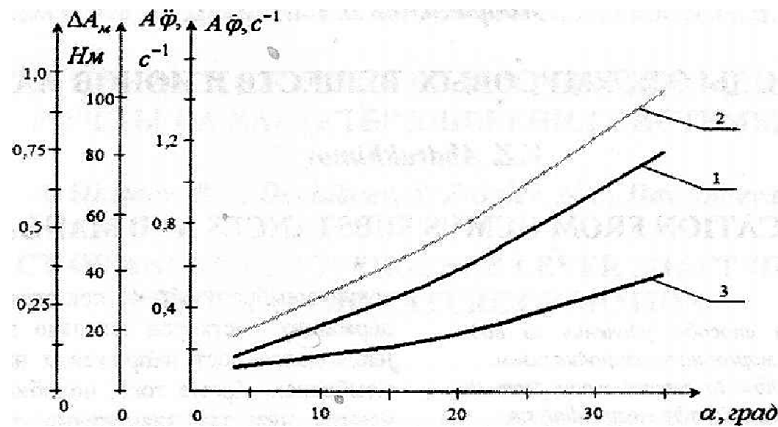


Рис. 3. Графическая зависимость изменения разницы амплитуд колебаний угловых скоростей, угловых ускорений и крутящих моментов в функции угла наклона ведущего и ведомого валов рычажно-шарнирной муфты.

где, 1 –  $\Delta A_{\dot{\varphi}} = f(\alpha)$ ; 2 –  $\Delta A_{\ddot{\varphi}} = f(\alpha)$ ; 3 –  $\Delta A_m = f(\alpha)$ ; 4 –  $\Delta A_{\dot{\varphi}} = f(\sigma_y)$ ; при  $M_c = 150 \pm 11 \text{ Нм}$ ;

Следует отметить, что очевидным является снижение амплитуды колебаний  $\dot{\varphi}_1, \ddot{\varphi}_1$  и  $M_1$  ведущего вала нежели амплитуды колебаний  $\dot{\varphi}_2, \ddot{\varphi}_2$  и  $M_2$ . Это объясняется наличием упругих элементов в рычажно-шарнирной муфте. Увеличение  $M_c$  приводит к снижению среднего значения  $\dot{\varphi}_1$  и  $\dot{\varphi}_2$  а также увеличению  $M_1$  и  $M_2$ . Фактически средние значения  $\dot{\varphi}_1$  и  $\dot{\varphi}_2$  а также  $M_1$  и  $M_2$  совпадают между собой, отличительными являются только амплитуды колебаний. При этом частота колебаний случайной составляющей  $\dot{\varphi}_1$  и  $\dot{\varphi}_2$  также совпадают.

Важными являются исследования динамики движения валов муфты при вариации угла  $\alpha$  расхождения осей валов шарнирно-рычажной муфты (см.рис.2). Полученные графические зависимости с вариацией угла  $\alpha$  представлены на рис. 3. Из них видно, что с увеличением угла расхождения валов  $\alpha$  разница амплитуд колебаний угловых скоростей, угловых ускорений и крутящих моментов увеличиваются по нелинейной закономерности. При возрастании угла  $\alpha$  от  $10^\circ$  до  $35^\circ$  разница амплитуд колебаний угловых скоростей ведомого и ведущего валов муфты увеличиваются в пределах  $(0,28 \div 1,37) \text{ с}^{-1}$ , а  $\Delta A_{\ddot{\varphi}}$  увеличивается от  $(225 \div 98) \text{ с}^{-2}$ . При этом увеличение  $\Delta A_m$  получается в пределах  $(11,0 \div 56,0) \text{ Нм}$ .

Увеличение угла расхождения  $\alpha$  валов в основном влияет на колебание передаточной функции шарнирно-рычажной муфты, что в свою очередь приводит к изменениям  $\Delta A_{\dot{\varphi}}$ ,  $A_{\dot{\varphi}}$  и  $\Delta A_m$ . Анализ графиков на рис. 3 показывает, что увеличение  $\Delta A_m, \Delta A_{\dot{\varphi}}, \Delta A_{\ddot{\varphi}}$  становятся интенсивными с увеличением угла  $\alpha$ , особенно больше при значениях  $\alpha = 20^\circ \div 25^\circ$ . Поэтому рекомендуемыми значениями является  $\alpha = 10^\circ \div 25^\circ$ , при которых обеспечиваются минимальные значения колебаний угловой скорости, ускорения и крутящего момента ведущего вала шарнирно-рычажной муфты.

**Литература**

1. А. Джураев, Б.Н.Давидбаев, Мирзаханов Ю, С.Зулпиев. Шарнирно - рычажная муфта. Патент Кыргызской Республики «116, бюл. «11, 2010
2. А. Д. Джураев и др. Динамика приводов технологии машин изд. «Адалат» Ташкент 1990 г.

Рецензент: к. ф.-м. н., доцент Асамидинов Ф.М.