

УДК 621.83.001.5

И. С. САЗОНОВ, В. Д. РОГОЖИН

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
 РАБОТОСПОСОБНОСТИ ШАРИКОВОГО МЕХАНИЗМА
 СВОБОДНОГО ХОДА ТОРЦОВОГО ТИПА**

Могилевский государственный технический университет

(Поступила в редакцию 11.10.2001)

Одной из главных характеристик механизмов свободного хода (МСХ) является угол относительного поворота ведущих и ведомых частей [1]. По результатам проведенных теоретических исследований для разработанного шарикового механизма свободного хода (ШМСХ), схема которого представлена на рис. 1 [2], установлено, что на угол относительного поворота полумуфт существенное влияние оказывают параметр Δ и угол заклинивания [3]. Установлено, что параметр Δ является функцией двух переменных ($\Delta = f(S, \delta_z)$, здесь S — торцовый зазор между полумуфтами, δ_z — величина сближения между контактирующими поверхностями сопряжения шарик — криволинейная канавка). Установлено, что при заклинивании ШМСХ большее влияние на угол относительного поворота полумуфт оказывает торцовый зазор между полумуфтами, чем величина сближения между поверхностями сопряжения шарик — криволинейная канавка. При проведении экспериментального исследования по определению работоспособности ШМСХ при статическом заклинивании это было учтено.

Стенд для экспериментального определения зависимости между углом относительного поворота полумуфт φ и торцовым зазором между ними S (рис. 2) содержит вал 1, расположенный на опорах 2, установленных на шкиве 3 и устройстве 7 регулировки торцового зазора полумуфты ШМСХ. Шкив 3 с закрепленной на нем полумуфтой с дугообразными пазми и вал 1 заторможены. На шкиве 3 установлен упор 4 для индикатора 5, а сам индикатор 5 закреплен на кронштейне, расположенном на одной из штанг 8. На нем также закреплена полумуфта с концентричной канавкой. Устройство регулирования зазора с закрепленной на нем полумуфтой имеет две степени свободы: под действием рычага, с подвешенной к нему чашкой весов и набором гирь, оно может поворачиваться на некоторый угол относительно неподвижной полумуфты и вала 1, создавая тем самым момент заклинивания, равный $M_{закл} = 2,36 \text{ Н} \cdot \text{м}$, и с помощью регулировочного болта 9 перемещается вдоль вала 1.

Методика проведения данного эксперимента состоит в следующем. Устройством регулирования зазора устанавливается такое значение зазора S_n между полумуфтами ШМСХ, что

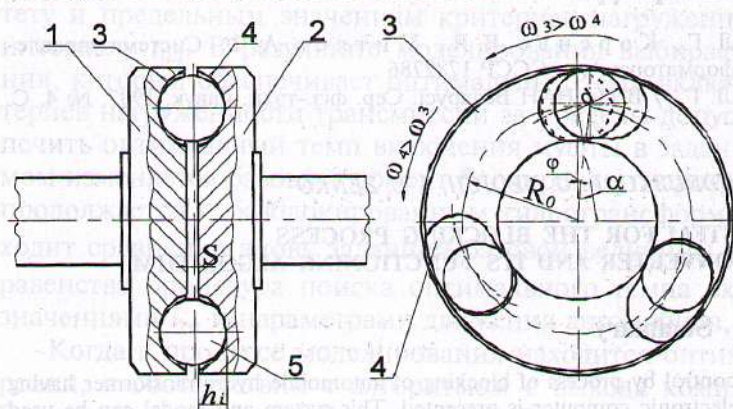


Рис. 1. Схема конструкции шарикового механизма свободного хода торцового типа (А. с. 1756684): 1, 2 — ведущая и ведомые полумуфты; 3 — концентричная канавка; 4 — дугообразный паз; 5 — шарик; α — угол заклинивания; φ — угол относительного поворота полумуфт при заклинивании

находящиеся между ними шарики заземляются в глухих гнездах дугообразных пазов. При этом стрелка индикатора 5 совмещается с нулевой отметкой. Начальное значение зазора между полумуфтами S_n фиксируется, и от него через определенный шаг ведется отсчет текущих значений зазоров S_i . Эти значения устанавливаются посредством вращения болта 9 и контролируются по шкале 10. Одновременно с установлением очередного значения S_i снимаются показания с индикатора 5 (I , мкм). Описанный порядок установки значения S_i с определенным шагом по шкале 10 повторяется столько раз, пока на индикаторе 5 не установится его пре-

дел измерений. При этом значение зазора S_i с учетом показаний шкалы 10 определяется по следующей формуле:

$$S_i = 0,000347\phi, \quad (1)$$

где ϕ — текущее значение угла поворота, определяемое по шкале 10.

Располагая показаниями индикатора $I_{ин}$, перевод этих показаний в угловую меру производился по формуле:

$$\phi = \arctg \frac{I_{ин}}{R_{закл}}, \quad (2)$$

где $R_{закл}$ — радиус дуги, по которой перемещается центр шарика при заклинивании.

При обработке экспериментальных результатов для построения графических зависимостей использовалась статистическая обработка данных, заключающаяся в сглаживании по трем точкам [4].

По результатам исследований установлено, что заклиненное состояние сохранялось до тех пор, пока муфта находилась под нагрузкой. При этом сохранение заклиненного состояния муфты происходило при различных углах заклинивания: $\alpha = 7,5^\circ, 15^\circ$. Потеря работоспособности ШМСХ — нарушение процесса заклинивания шарика или сохранение заклиненного состояния — происходила при значениях торцового зазора, превышающем значение $S_i = 2,7$ мм.

Эксперимент подтвердил работоспособность ШМСХ в процессе заклинивания и сохранения заклиненного состояния. На рис. 3 приведены расчетная и экспериментальная зависимости $\phi = f(S)$.

Сравнительный анализ экспериментальных кривых показал, что угол поворота ϕ при увеличении угла заклинивания, α с $7,5^\circ$ до 15° уменьшается более чем в 2 раза ($\phi_{экс} = 1,320^\circ$ для $\alpha = 7,5^\circ$ и $\phi_{экс} = 0,536^\circ$ для $\alpha = 15^\circ$ при $S = 2,52$ мм). Угол наклона расчетной и экспериментальной зависимостей к оси абсцисс прямо пропорционален значению угла заклинивания α . Следовательно, для увеличения угловой жесткости таких муфт необходимо стремиться к росту угла заклинивания. Для уменьшения значений угла ϕ , т. е. повышения угловой жесткости муфты, необходимо снизить величину торцового зазора S , однако при этом необходимо также учитывать возможность самоустановки шариков в глухих гнездах дугообразных пазов.

На основании полученных результатов выражение для определения значений угла ϕ при заклинивании муфты примет следующий вид:

$$\phi = \arccos \sqrt{1 - (k(1/R_0 + 1/(R_0 + (S_i - S_H)))^2}, \quad (3)$$

где S_H — начальное значение торцового зазора, определяется из геометрии сопряжения шарик — криволинейная канавка; k — коэффициент, определяемый из выражения:

$$k = \frac{S_i - S_H}{2 \operatorname{tg} \alpha}. \quad (4)$$

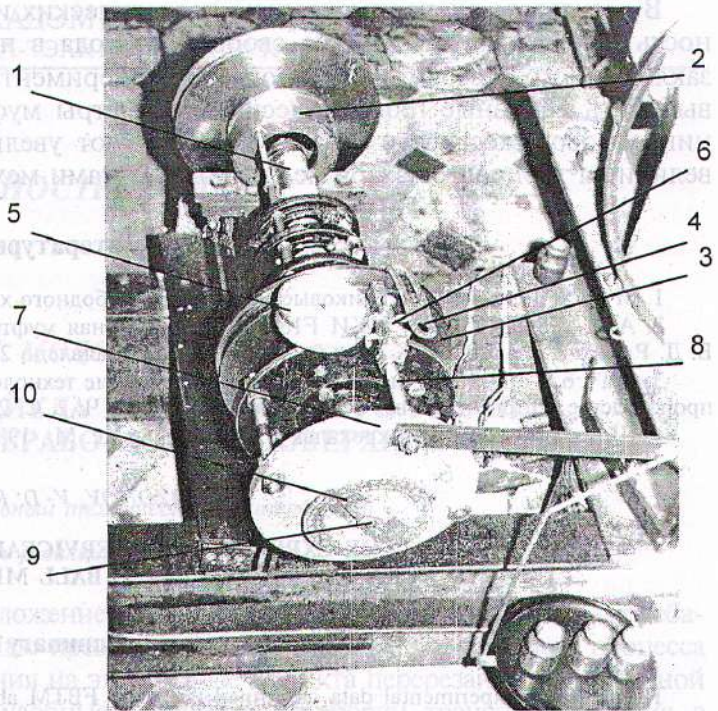


Рис. 2. Стенд для экспериментального исследования работоспособности шарикового механизма свободного хода торцового типа

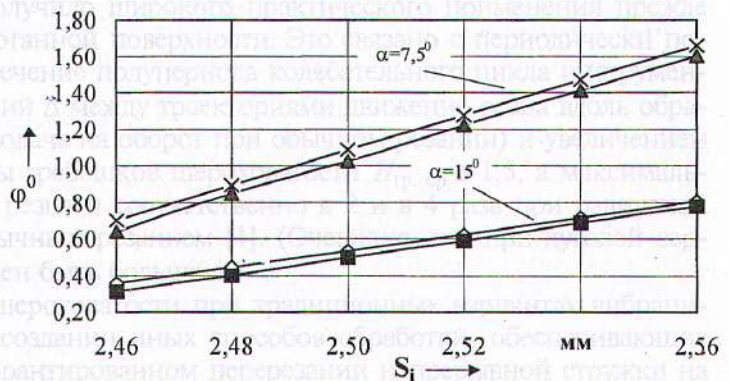


Рис. 3. Зависимость угла поворота полумуфт ϕ при заклинивании муфты от торцового зазора между полумуфтами: —X— — $\phi_{1экс}$; —▲— — $\phi_{1расч}$; —◇— — $\phi_{2экс}$; —■— — $\phi_{2расч}$

В результате экспериментально-теоретических исследований подтверждена работоспособность шарикового механизма свободного хода в процессе заклинивания и при сохранении заклиненного состояния. Установлена экспериментальная зависимость $\varphi = f(S)$, позволяющая выбирать основные геометрические параметры муфты на стадии проектирования. Повышению угловой жесткости муфты способствуют увеличение угла заклинивания и уменьшение величины торцового зазора между полумуфтами механизма.

Литературы

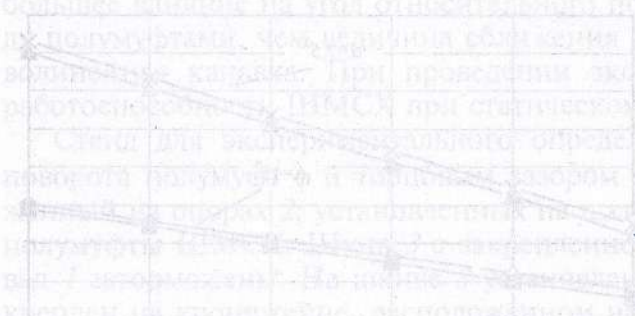
1. Мальцев В. Ф. Роликовые механизмы свободного хода. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., 1968.
2. А. с. 1756684 СССР: МКИ F16D 41/06. Обгонная муфта / И. С. Сазонов, Н. Н. Гобралев, В. Д. Рогожин, В. В. Котьяй. № 4786852/27. Заявлено 22.12.89. Оpubл. 23. 08. 92. Бюл. № 31.
3. Сазонов И. С. и др. // Ресурсосберегающие технологии и оборудование в машиностроении, сварочном производстве и строительстве: Сб. науч. тр. Мн., 1991. Ч. 2. С. 234—237.
4. Шелест А. Е. Микрокалькуляторы в физике. М., 1988.

I. S. SAZONOV, V. D. ROGOZHIN

THE EXPERIMENTAL SERVICEABILITY EXAMINATION OF THE FACE-TYPE FREE TRAVEL BALL MECHANISM AT STATIC WEDGING

Summary

The obtained experimental data confirmed face-type FBTM ability to be wedged and to save the wedged state. It is established experimentally that the FBTM serviceability depends on a face clearance between half-clutches of the mechanism. It is shown that the influence of the angle of relative rotational half-clutches displacement at FBTM wedging essentially depends on the angle of wedging.



Методика проведения эксперимента... (The text is mirrored and largely illegible due to bleed-through from the reverse side of the page.)

Рис. 1. Схема шарикового механизма свободного хода... (The text is mirrored and largely illegible due to bleed-through from the reverse side of the page.)