

М. Г. АРАКЕЛЯН

## ДИНАМИКА ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА НА СФЕРИЧЕСКОМ ПОДШИПНИКЕ С ВОЗДУШНОЙ СМАЗКОЙ

В статье рассматривается метод определения динамических параметров испытательного стенда на сферическом подшипнике с воздушной смазкой. Стенд предназначен для моделирования вращения спутника вокруг центра масс. Чувствительность стенда к внешним моментам обеспечивается применением сферического подшипника с воздушной смазкой. Эти подшипники [1] имеют весьма малые моменты трения и трогания и обеспечивают три степени свободы по вращению. Задача решена для случая, когда система вращается вокруг одной вертикальной оси.

Для измерения угловой скорости вращения платформы был применен оптический фотоэлектронный метод [2]. На вращающейся платформе А (рис. 1) были сделаны прорезы В на одинаковых друг от друга расстояниях. Над платформой устанавливался источник света S.

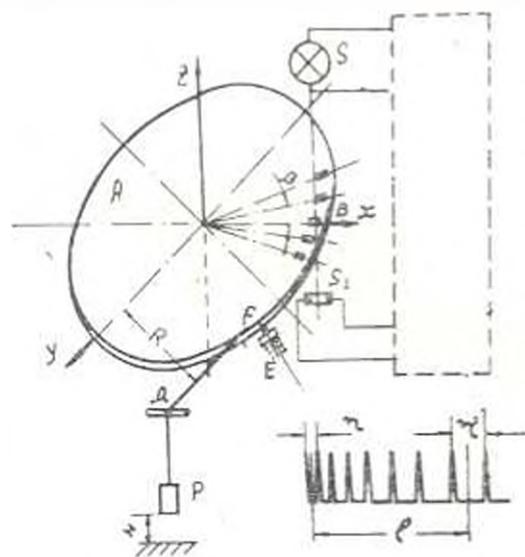


Рис. 1.

Над платформой устанавливался источник света S. При вращении платформы свет через прорезы попадал на фотосопротивление типа ФС—К1. Последующая электронная схема передавала эти импульсы на автоматический регистратор типа 11380 с записью на ленту.

Если обозначить число прорезей на диске через N, то для мгновенного значения угловой скорости вращения будем иметь:

$$\omega = \frac{2\pi v_0}{N} \frac{1}{\tau} \text{ сек}^{-1}, \quad (1)$$

где  $\tau$  — длина прохождения диаграммной ленты от одного импульса до следующего в мм, а  $v_0$  — скорость перемещения ленты в мм/сек.

Если изменение угловой скорости  $\omega = \omega_0 + \epsilon t$  происходит в течение малого промежутка  $t$ , то для среднего значения углового ускорения будем иметь:

$$\epsilon^2 = \frac{\omega_1^2 - \omega_0^2}{t}, \quad (2)$$

или принимая обозначения рис. 1,

$$\varepsilon = \frac{2\pi V_0^2}{N} \frac{\eta - \eta^x}{\eta \eta^x l} \text{ сек}^{-2}. \quad (3)$$

Для определения момента инерции и момента трения системы А (рис. 1) относительно его оси вращения используется комплект эталонных грузов. В точке В через неподвижную ось подвешивается груз Р. При помощи фиксатора Е вся система А устанавливается так, чтобы прибор получил импульс засвета и линия (нить) С была тангенциальна к окружности вращения. При освобождении системы от фиксатора, под действием веса Р и момента трения платформа начинает вращаться вначале равномерно ускоренно, до падения груза на пол, а далее под действием только момента трения платформа будет вращаться равномерно замедленно.

Уравнения моментов относительно оси zz до падения груза на пол будут:

$$\left( I + \frac{P}{g} R \right) \varepsilon = PR - M_{тр}, \quad (4)$$

$$I \varepsilon^x = - M_{тр}.$$

Имеем систему двух уравнений (4) с тремя неизвестными:  $\varepsilon$ ,  $I$  и  $M_{тр}$ .

При заданной высоте H и равноускоренном вращении, когда начальная скорость равна нулю:

$$a = \frac{V^2}{2H}.$$

Тогда с учетом (1), имея в виду, что  $a = \varepsilon R$ ,  $v = \omega R$ , получим

$$\varepsilon = \frac{2\pi V_0^2 R}{HN^2} \cdot \frac{1}{\eta^2}. \quad (5)$$

Из системы уравнений (4) и (5) получим:

$$I = \frac{PR(g - R\varepsilon)}{g(\varepsilon - \varepsilon^x)}, \quad (6)$$

$$M_{тр} = \frac{\varepsilon^x PR(g - R\varepsilon)}{g(g^x - \varepsilon)}. \quad (7)$$

В табл. 1 даются результаты измерения величины погрешности измерения, полученные на стендах трех размеров конструкции автора.

Таблица 1

Вес стенда кг	p	H	R	$\eta$	$\eta^x$	l	I	M <sub>тр</sub>	Погреш- ность из- мерения, %
1	2	3				4	5	6	

Диаметр подшипника 35,03. мм N = 30.

4,2	53,17	2,5	282,5	1,85	2,25	252,5	98·10 <sup>2</sup>	0,15	3,43
6,6	53,17	10	282,5	1,15	1,55	283,4	139·10 <sup>2</sup>	0,53	5,42
9,1	53,17	10	282,5	1,60	2,25	159,7	271·10 <sup>2</sup>	1,47	3,31

Продолж. табл. 1

1	2	3			4	5	6		
Диаметр подшипника 90,20 мм, $\Lambda' = 30$ .									
57,5	78,04	20	282,5	1,60	1,70	95,9	80,10 <sup>3</sup>	1,44	4,31
67,4	78,08	20	282,5	2,50	2,65	132,3	197,10 <sup>3</sup>	1,58	2,75
70,4	78,08	20	282,5	3,20	3,45	214,7	323,10 <sup>3</sup>	1,61	2,31
Диаметр подшипника 210,00 мм, $\Lambda' = 30$ .									
455	102,60	40	497,5	9,30	9,40	235,3	84,10 <sup>3</sup>	1,28	0,75
532	102,60	40	197,5	9,80	9,90	269,1	95,10 <sup>3</sup>	1,68	0,72
585	102,60	40	197,5	11,50	11,80	350,4	110,10 <sup>3</sup>	1,84	0,57

Как видно из таблицы, достоверность результата измерения повышается с увеличением интервала  $\tau$ .

ИРФЭ АН АрмССР

[Поступило 31.III.1965.]

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Бабаева Н. Ф. и др. Детали и элементы гидроскопических приборов. Судпромгиз, 1962.
2. Утямышев Р. И. Техника измерения скоростей вращения. Госэнергоиздат, 1961.

А. М. ГАСПАРЯН, Р. М. МИРЗАХАНИЯ

ПНЕВМОТРАНСПОРТ КРУПНОЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ  
В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Пусть в колонку с сетчатым дном засыпана навеска  $G$  зернистого материала, образующего рыхлый, неподвижный слой высотой  $h_0$ , концентрацией  $\varphi_0$ . Если снизу в колонку внести поток воды, то при соответствующей скорости потока слой подвергнется псевдооживлению и расширению до высоты  $H$ . Если частицы материала достаточно монодисперсны, то каждой данной скорости  $v$  воды будет соответствовать определенная высота  $H$  и концентрации  $\varphi'$  псевдооживленного слоя. Таким образом можно создать взвесь (слой) частиц с любой концентрацией, начиная от  $\varphi_0$  до нуля. В этом случае слой взвеси по всей высоте  $H$  имеет практически одинаковую концентрацию, то есть, как принято говорить, имеет место равномерное псевдооживление. Псевдооживление слоя водой широко известно и описано в литературе.

Если же тот же слой частиц подвергать псевдооживлению газом, то псевдооживленный слой получается неравномерным. На рис. 1 приведены фотоснимки псевдооживленных воздухом слоев: а) свинцовых шариков (размер частиц  $d = 1,22$  мм, плотность  $\rho = 11$  г/см<sup>3</sup>), б) кварцевого песка ( $d = 0,175$  мм,  $\rho = 2,64$ ) и в) алюмосиликатных сфер