

ГЕОМЕТРИЧНІ І МАСО-ІНЕРЦІАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРЕГУЮЧИХ
ВАНТАЖІВ ДЛЯ НЕКЛАСИЧНИХ ПАСИВНИХ АВТОБАЛАНСИРІВ

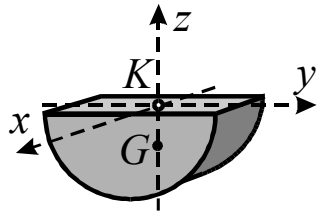
Для зрівноважування на ходу роторів, що швидко обертаються, застосовуються пасивні автобалансири, такі як маятникові, кільцеві, кульові (класичні автобалансири) [1] і т.д. Корегуючі вантажі (КВ) в них з часом самі приходять в положення, в якому зрівноважують ротор і при незмінному дисбалансі і швидкості обертання ротора рухаються з ним як одне ціле.

В роботах [2, 3] узагальнено явище автобалансування і встановлено, що один КВ з нерухомою точкою на повздовжній осі ротора може зрівноважити ротор у площині, що перпендикулярна осі і проходить через цю точку при виконанні наступних умов відносно головних осей x , y , z , що виходять із нерухомої точки

$$I_x=A, \quad I_y=I_z=B, \quad \mathbf{l}=(0,0,-l)^T. \quad (1)$$

Тут: I_x , I_y , I_z - осьові моменти інерції КВ; \mathbf{l} - радіус-вектор центра мас КВ відносно точки підвісу; T - знак транспонування. В [3] наведені приклади КВ, які задовольняють вимозі (1). Проведені дослідження дали можливість створити низку нових (некласичних) автобалансирів [4-9], які використовують КВ нової конструкції.

У цій роботі встановлюються геометричні і масо-інерціальні характеристики запропонованих в роботі [3] КВ. Такими характеристиками є: m - маса; V - об'єм; l - відстань від нерухомої точки до центра мас; S - балансувальна ємність; A , B - головні осьові моменти інерції відносно нерухомої точки. Наведені величини обчислені і зведені у таблиці 1 і 2.



$$A=J_x, \quad B=J_y=J_z, \quad \mathbf{I}_G=(0, 0, -l),$$

$$l=|KG|.$$

Рисунок 1

Таблиця 1

Тип КВ	Задані величини	V	m	l	S	A	B
	m_0, l_0	-	$2m_0$	$\frac{l_0}{\sqrt{2}}$	$\sqrt{2}m_0l_0$	$2m_0l_0^2$	$m_0l_0^2$
	m_0, l_0	-	$2m_0$	$\frac{l_0}{2\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{2}m_0l_0}{2}$	$\frac{2}{3}m_0l_0^2$	$\frac{m_0l_0^2}{3}$
	$m_0, l_0,$ $J_{x_0}, J_{y_0},$ J_{z_0}	-	$2m_0$	$\frac{l_0}{\sqrt{2}}$	$\sqrt{2}m_0l_0$	$2J_{x_0}$	$J_{y_0} + J_{z_0}$
	R, m_0	-	m_0	$\frac{4R}{3\pi}$	$\frac{4Rm_0}{3\pi}$	$\frac{m_0R^2}{2}$	$\frac{m_0R^2}{4}$
	$R, m_0, r,$ $a = r/R$	-	m_0	$\frac{4R}{3\pi} \frac{1-a^3}{1-a^2}$	$\frac{4Rm_0}{3\pi} \times \frac{1-a^3}{1-a^2}$	$\frac{m_0R^2}{2} \times (1-a^2)$	$\frac{m_0R^2}{4} \times (1-a^2)$
	R, h, γ	$\frac{\pi R^2 h}{2}$	$\frac{\pi R^2 h \gamma}{2}$	$\frac{4R}{3\pi}$	$\frac{2R^3 h \gamma}{3}$	$\frac{\pi R^4 h \gamma}{4}$	$\pi R^2 h \gamma \times \left(\frac{R^2}{8} + \frac{h^2}{24} \right)$
	$R, h, \gamma,$ $a=r/R$	$\frac{\pi R^2 h}{2} \times (1-a^2)$	$\frac{\pi R^2 h \gamma}{2} \times (1-a^2)$	$\frac{4R}{3\pi} \frac{1-a^3}{1-a^2}$	$\frac{2R^3 h \gamma}{3} \times (1-a^3)$	$\frac{\pi R^4 h \gamma}{4} \times (1-a^4)$	$\frac{\pi R^4 h \gamma}{8} \times (1-a^4) - \frac{\pi R^2 h^3 \gamma}{24} \times (1-a^2)$

У таблиці 1 зведені характеристики КВ, у яких $A \neq B$. Орієнтація координатних осей по відношенню до КВ показана на рис. 1. У таблиці по порядку розташовані: два з'єднаних під прямим кутом математичних маятника, однорідних стержня чи фізичних маятника; напівкруг; півкільце; напівциліндр; полий напівциліндр.

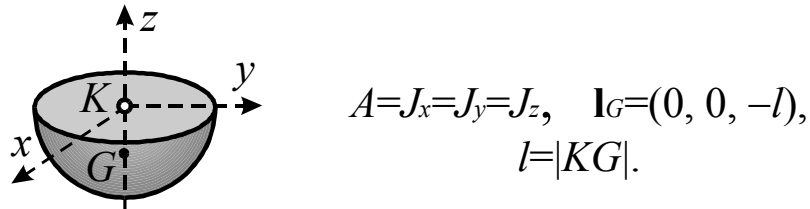


Рисунок 2

Таблиця 2

Тип КВ	Задані величини	V	m	l	S	A
	m_0, l_0	-	$3m_0$	$\frac{l_0}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{3}m_0l_0$	$2m_0l_0^2$
	m_0, l_0	-	$3m_0$	$\frac{l_0}{2\sqrt{3}}$	$\frac{\sqrt{3}m_0l_0}{2}$	$\frac{2}{3}m_0l_0^2$
	$m_0, l_0,$ $J_{x_0} = J_{z_0},$ $J_{y_0} (< J_{x_0})$	-	$3m_0$	$\frac{l_0}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{3}m_0l_0$	$J_{y_0} + 2J_{x_0}$
	R, γ	$\frac{2}{3}\pi R^3$	$\frac{2}{3}\pi R^3\gamma$	$\frac{3}{8}R$	$\frac{\pi R^4\gamma}{4}$	$\frac{4}{15}\pi R^5\gamma$
	$R, \gamma,$ $a=r/R$	$\frac{2}{3}\pi R^3 \times$ $\times(1-a^3)$	$\frac{2}{3}\pi R^3\gamma \times$ $\times(1-a^3)$	$\frac{3}{8}R \frac{1-a^4}{1-a^3}$	$\frac{\pi R^4\gamma}{4} \times$ $\times(1-a^4)$	$\frac{4}{15}\pi R^5\gamma \times$ $\times(1-a^5)$

У таблиці 2 зведені характеристики КВ, у яких $A=B$. У таблиці по порядку розташовані: три з'єднаних під прямим кутом математичних маятника, однорідних стержня чи фізичних маятника у вигляді тіл обертання; напівкуля; півсфера.

В таблицях 1, 2 використані такі позначення: m_0 - маса одного маятника, стержня, фізичного маятника, напівкруга чи півкільця; l_0 - довжина математичного маятника, однорідного стержня, чи відстань від точки підвісу до центра мас фізичного маятника; $J_{x_0}, J_{y_0}, J_{z_0}$ - осьові моменти інерції фізичних маятників відносно осей x_0, y_0, z_0 , які показані на відповідних схемах (стосуються маятника, у якого вказане положення центра мас); γ - питома вага матеріалу, з якого виготовлений КВ. Решта позначень стосується геометричних розмірів КВ і їх зміст видно зі схеми. Між величинами в таблицях такий зв'язок

$$m = \gamma \cdot V, \quad S = m \cdot l, \quad (2)$$

причому перша формула стосується КВ, які мають на схемах об'єм.

Найменшу балансувальну ємність у порівнянні із габаритними розмірами мають два чи три з'єднаних під прямим кутом математичних маятника, а найбільшу - напівциліндр і напівкуля. Щодо чутливості до дисбалансу, то навпаки. Це треба враховувати при проектуванні некласичних автобалансирів.

Складені таблиці можуть використовуватися: при проектуванні некласичних автобалансирів, зокрема для визначення габаритних розмірів автобалансира, його маси, балансувальної ємності і т.д.; при дослідженні динаміки пристроїв. Таблиця 1 призначена, в основному, для створення автобалансирів, у яких КВ повертається навколо поперечної чи повздовжньої і поперечної осей ротора [2,5,8,9]. Таблиця 2 призначена, в основному, для створення автобалансирів-демпферів [6,7], чи автобалансирів, у яких КВ

повертаються навколо двох осей, які не співпадають із поздовжньою віссю ротора [4].

ЛІТЕРАТУРА

1. Гусаров А.А., Сусанин В.И., Шаталов Л.Н., Грушин Б.М. Автоматическая балансировка роторов машин. -М.: Наука, 1979. -151 с.
2. Филимонихин Г.Б. Автобалансиры со связанными маятниками, насаженными на оси, перпендикулярные валу // Материалы I Всеукраинского съезда по теории механизмов и машин, Харьков, 18-20.06.1997. –С.66
3. Филимонихин Г.Б. Уравновешивание ротора корректирующим грузом с неподвижной точкой на оси вала // Загальнодержавний міжвідомчий н.-т. збірник “Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”. 2000. Вип. 29, С.103-108.
4. Філімоніхін Г.Б. Автобалансирующий пристрій / Патент України № 36244 А по кл. G 01 М 1/38, -2001, Бюл.№3 (подана 23.11.1999, №99116355)
5. Філімоніхін Г.Б. Автобалансирующий пристрій / Патент України № 36294 А по кл. G 01 М 1/38, -2001, Бюл.№3 (подана 30.11.1999, №99116488)
6. Філімоніхін Г.Б., Сотніков В.С. Автобалансири-демпфери із сферичним рухом корегуючих мас // Збірник наукових праць КДТУ. -2000. Вип. 6, С. 73-75.
7. Сотніков В.С., Філімоніхін Г.Б. Автобалансирующий пристрій / Патент України № 40768 А по кл. G 01 М 1/38, -2001, Бюл.№7 (подана 19.10.1999, №99105704)
8. Філімоніхін Г.Б., Невдаха Ю.А. Зменшення чутливості автобалансирів до сил ваги шляхом накладання в'язей // Збірник наукових праць КДТУ, - 2000. Вип. №6, -С.76-77.
9. Філімоніхін Г.Б., Невдаха Ю.А. Автобалансирующий пристрій / Патент України № 40770 А по кл. G 01 М 1/38, -2001, Бюл.№7 (подана 21.10.1999, №99105754)