

електронної обробки даних (EDV) [2, 3].

Таким чином, проведені дослідження показують, що в даний час недостатньо досліджено проблему контролю швидкості зміни параметрів технічного стану шляхом організації дистанційного активного контролю цих параметрів за участю виробника, як цього вимагають міжнародні стандарти ISO 9000.

Перелік посилань

1. Біліченко В.В., Крещенецький В.Л., Кукурудзяк Ю.Ю., Цимбал С.В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів: навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2012. 118 с.
2. Динамічні властивості і стабільність функціонування автотранспортних засобів / Д.В. Абрамов, Н.М. Подригало, О.С.Полянський та інші. Х. : ХНАДУ, 2014. 204 с.
3. Клец Д.М. Застосування методу парціальних прискорень для оцінювання керованості автомобілів. *Вісник ТНТУ*. 2014. 2(74). 161–168.

СИСТЕМА МАСШТАБНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З УРАХУВАННЯМ ШИРОТИ РОЗТАШУВАННЯ ОБ'ЄКТА ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ НА ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ

д-р техн. наук, професор Подригало Михайло Абович
канд. техн. наук, доцент Шеїн Віталій Сергійович
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Фізичне масштабне моделювання широко використовується при проведенні наукових досліджень. При цьому, у відомих дослідженнях доказано, що масштабні коефіцієнти фізичних величин є величинами, які пов'язані між собою. Основним (вихідним) масштабним коефіцієнтом (масштабом) є лінійний масштабний коефіцієнт. Відносно його розраховуються інші масштаби. Прийнято, що при масштабному фізичному моделюванні в умовах Землі масштаб прискорення завжди дорівнює одиниці.

При проектуванні планетоходів, які призначені для руху в умовах тяжіння інших планет, вихідним масштабом є масштаб прискорення, який дорівнює відношенню прискорення вільного падіння в умовах планети, що розглядається до прискорення вільного падіння в умовах Землі. Але в умовах Землі прискорення вільного падіння, внаслідок нахилу осі обертання і виникнення відцентрових прискорень, змінюються в залежності від широти розташування об'єкту на поверхні Землі.

Таким чином, виникла необхідність побудови системи масштабів фізичних величин з урахуванням широти розташування об'єкта моделювання на поверхні Землі.

Масштабному моделюванню при проведенні експериментальних досліджень автомобілів присвячена робота [1]. В цій роботі показано, що при прийнятті в якості вихідного показника лінійного масштабного коефіцієнту інші масштаби фізичних величин є похідними від лінійного (табл. 1 [1]).

Таблиця 1 – Масштаби механічних величин

№ п/п	Найменування механічної величини	Розмірність	Масштаб подоби	Формула для розрахунку масштабу подоби
1	Лінійний розмір (характерний)	$[L]$, м	m_L	L_H / L_M
2	Час	$[t]$, с	m_t	$\sqrt{m_L}$
3	Маса	$[m]$, кг	m_M	m_L^3
4	Швидкість	$[L \cdot t^{-1}]$, м/с	m_V	$\sqrt{m_L}$
5	Сила	$[m \cdot L \cdot t^{-2}]$, Н	m_F	m_L^3
6	Потужність	$[F \cdot V]$, Вт	m_N	$m_L^{7/2}$
7	Робота (енергія)	$[N \cdot t]$, Дж	m_W	m_L^4
8	Момент інерції	$[m \cdot L^2]$, кг·м ²	m_Y	m_L^5
9	Коефіцієнт жорсткості	$[F / L]$, Н/м	m_c	m_L^2
10	Коефіцієнт загасання	$[F \cdot t \cdot L^{-1}]$, Н·с/м	m_β	$m_L^{5/2}$
11	Коефіцієнт відводу шин	$[F]$, Н/рад	$m_Y = m_\delta$	m_L^3
12	Коефіцієнт демпфування шини	$[F \cdot t]$, Нс	m_λ	$m_L^{5/2}$

Аналіз масштабів подоби, які наведені в таблиці 1, показує, що масштабний коефіцієнт прискорення та дорівнює одиниці. Це означає, що в умовах Землі у незалежності від лінійного масштабу моделі прискорення останньої не зміниться по відношенню до натурного зразка [1].

Коефіцієнт подоби прискорення не буде дорівнювати одиниці, якщо ми будемо створювати масштабну модель для інопланетного використання [2]. В цьому випадку вихідним параметром буде являтися не лінійний масштаб, а масштаб прискорення (табл. 2 [2]).

Але слід відзначити, що в умовах Землі величина прискорення вільного падіння не є постійною величиною, а залежить від широти положення об'єкта на поверхні Землі. Це вносить похибку при проведенні фізичного масштабного моделювання.

Метою дослідження є удосконалення системи масштабних коефіцієнтів для фізичного моделювання механічних систем з урахуванням положення на поверхні Землі.

Для досягнення поставленої мети необхідно визначити вплив широти положення об'єкта на масштабний коефіцієнт прискорення.

Таблиця 2 – Масштаб подоби для проєктування роботів та планетоходів

№ п/п	Найменування механічної величини	Розмірність	Масштаб подоби	Формула для розрахунку масштабу подоби
1	Прискорення	$[g_3/g_{пл}], \text{ м/с}^2$	m_g	$g_3/g_{пл}$
2	Лінійний розмір (характерний)	$[L], \text{ м}$	m_L	1
3	Час	$[t], \text{ с}$	m_t	$m_g^{-1/2}$
4	Маса	$[m], \text{ кг}$	m_M	1
5	Швидкість	$[L \cdot t^{-1}], \text{ м/с}$	m_V	$m_g^{1/2}$
6	Сила	$[m \cdot L \cdot t^{-2}], \text{ Н}$	m_F	m_g
7	Потужність	$[F \cdot V], \text{ Вт}$	m_N	$m_g^{3/2}$
8	Робота (енергія)	$[N \cdot t], \text{ Дж}$	m_W	m_g
9	Момент інерції	$[m \cdot L^2], \text{ кг} \cdot \text{м}^2$	m_I	1

Прискорення вільного падіння g залежить, як відомо, від широти Φ та висоти h над рівнем моря і визначається наступною залежністю

$$g(h, \Phi) \cong g_0(\Phi) \left(1 - \frac{2h}{R} \right), \quad (1)$$

де $g(h, \Phi)$ – прискорення вільного падіння на широті Φ і висоті h над рівнем моря;

R – середній радіус Землі ($R \cong 6371 \text{ км}$);

$g_0(h, \Phi)$ – прискорення вільного падіння на рівні моря (залежить від широти),

$$g_0(\Phi) = 9,780327(1 + 0,0053024 \sin^2 \Phi - 0,0000058 \sin^2 2\Phi). \quad (2)$$

При $\Phi=0$ (екватор), $g=9,78 \text{ м/с}^2$.

При $\Phi=90^\circ$ (полюс), $g=9,83 \text{ м/с}^2$.

Будемо вважати, що натурний об'єкт механічної системи знаходиться на полюсі ($g=9,83 \text{ м/с}^2$), то масштаб прискорення може бути визначено як

$$m_a = m_g = \frac{g(90^\circ)}{g(\Phi_M)} = \frac{9,832186}{9,780327(1 + 0,0053024 \sin^2 \Phi_M - 0,0000058 \sin^2 2\Phi_M)} = 1,0053024 \cdot (1 + 0,005324 \sin^2 \Phi_M - 0,0000058 \sin^2 2\Phi_M)^{-1}, \quad (3)$$

де Φ_M – широта положення моделі на поверхні Землі.

Інші показники при $m_L=1$ можуть бути визначені за формулами, які наведено в таблиці 2 [2].

При знаходженні фізичної моделі об'єкту на полюсі ($\Phi_M=90^\circ$) рівняння (3) прийме вигляд

$$m_a = m_g = \frac{9,83}{9,78} = 1,0051112.$$

Масштабний коефіцієнт потужності (табл. 2 [2])

$$m_N = m_g^{3/2} = 1,0051112^{3/2} = 1,0076766.$$

Масштабний коефіцієнт роботи (енергії)

$$m_W = m_g = 1,0051112.$$

Отримані результати означають, що у порівнянні з екватором, витрати потужності об'єкта, який знаходиться на полюсі будуть вище у 1,0076766 рази, а енергія – у 1,0051112 рази.

Таким чином, використання масштабного моделювання дозволяє прогнозувати витрати потужності та енергії машин, які працюють у різних широтах на поверхні Землі.

Перелік посилань

1. Подригало М.А., Шеїн В.С. Масштабне моделювання при проведенні експериментальних досліджень автомобіля. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал*. 2023. 1(20). 187-197. doi: 10.36910/automash.v1i20.1048.

2. Подригало М.А., Шеїн В.С. Використання масштабного моделювання при проектуванні планетоходів. *Transport, Ekology – Sustainable Development : XXIX Scientific and Technical Conference with International Participation : збірник доклади*, 18-20 травня 2023 р., м. Варна (Болгарія), Варна, 2023. 30. 122–126.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН СУЧАСНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ РЕМОНТУ

д-р техн. наук, професор Полянський Олександр Сергійович
здобувач освіти, група АПМ-41-22 Мінайлов Олег Олексійович
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сучасні технології ремонту агрегатів розраховані на повне розбирання всіх деталей. Досвід досліджень показує, що при цьому порушується взаємне розташування пов'язаних поверхонь, погіршуються умови тертя спрацьованих деталей. Удосконалення технології ремонту агрегатів і вузлів є найбільш ефективним, якщо є точна оцінка фактичного технічного стану. Тому технологія ремонту має бути адаптивною до цього технічного стану, з яким агрегати надходять у ремонт. Один з основних методів оцінки технічного стану агрегатів є безрозбірне діагностування за параметрами вібраційних сигналів. [1].

Подефектно-групова маршрутна технологія є закінченим процесом ремонту агрегатів, вузлів і деталей, що передбачає найвигіднішу