

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАНТІВ ДОРОБКИ КОНСТРУКЦІЇ СТЕНДУ ПДС-Л

Амеснау Валід, ст. гр. А-48-18,

walidamesnaw@gmail.com

Науковий консультант: Мармут І.А., доц., к.т.н.

Вступ. Як показали дослідження кафедри ТЕСА [1, 2], технічно раціональніший спосіб розв'язання проблеми підвищення точності діагностування гальм на роликовому стенді – це збільшення приведеної маси стенду. Це не складе проблем для стаціонарних стендів, де можна встановити додаткові маховики або збільшити існуючі. Однак, коли йдеться про пересувні стенди, доводиться думати про небажаність збільшення металоємності, тобто ваги стенду. Проаналізуємо можливі шляхи збільшення приведеної маси на прикладі пересувного стенду ПДС-Л. Ціль – отримати необхідний момент інерції стенда при мінімальному збільшенні його ваги.

Результати дослідження. Змінювати конструкцію стенду необхідно за умови збереження колишніх габаритів, оскільки збільшення або зменшення габаритів стенду спричинить необхідність переробки транспортного візка, тобто додаткові витрати. Необхідно також відзначити, що збільшення приведеної маси стенду вирішується по-різному у двох випадках.

Варіант 1 – це виготовлення нового стенду. Збільшити приведену масу стенду можна різними способами. Розглянемо кілька із них.

1. Збільшити $m_{ст}$ можна рахунок збільшення товщини стінки ролика (див. рис. 1).



Рис.1 – Доробка конструкції нового стенду шляхом збільшення товщини стінки ролика

Зовнішній діаметр ролика 240 мм, товщина стінки $H = 8$ мм.

Збільшити приведену масу стенда необхідно на 312 кг, тобто додатковий момент інерції роликів має становити $1,62 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$. Потрібний додатковий момент інерції одного ролика $I_p = 0,4051 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$.

Момент інерції ролика визначається як момент інерції порожнистого

циліндра за такою формулою [3]

$$I = \sqrt{\frac{L \cdot \pi \cdot \rho \cdot (R_H^4 - R_B^4)}{2}}, \quad (1)$$

де L – довжина циліндра, м;

ρ – густина матеріалу циліндра, кг/м³;

R_H – зовнішній радіус циліндра, м;

R_B – внутрішній радіус циліндра, м.

Товщину стінки ролика необхідно збільшувати, зменшуючи його внутрішній діаметр. Збільшувати зовнішній діаметр небажано, так як це вимагає переробки вимірювальної системи і погіршить умови роботи навантажувально-приводного пристрою (НПУ) (потрібний більший крутний момент при меншій швидкості).

Визначимо додаткову товщину стінки ролика за формулою

$$H' = R'_H - R'_B, \quad (2)$$

де $R'_H = R_B$ – зовнішній радіус нового ролика, м;

R'_B – внутрішній радіус нового ролика, м.

Внутрішній радіус нового ролика визначимо із формули (1)

$$R'_B = \sqrt[4]{\frac{L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot R_H'^4 - 2 \cdot I_p}{L_p \cdot \pi \cdot \rho}} = \sqrt[4]{\frac{0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,112^4 - 2 \cdot 0,405}{0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850}} = 0,1 \text{ м,}$$

де $L_p = 0,6$ м – довжина ролика;

$\rho = 7850$ кг/м³ – густина матеріалу ролика.

Додаткова товщина стінки ролика: $H' = 0,112 - 0,1 = 0,012$ м.

Загальна товщина стінки ролика:

$$H_{об} = H + H' = 0,008 + 0,012 = 0,02 \text{ м.}$$

При цьому металоемність стенду збільшиться на масу додаткової частини роликів і становитиме:

$$m = 4 \cdot [L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot (R_H'^2 - R_B'^2)] = 4 \cdot [0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot (0,112^2 - 0,1^2)] = 150,4 \text{ кг.}$$

2. Підвищити приведену масу стенду можна, збільшуючи товщину стінки ролика та збільшуючи маховик (рис. 2).

Збільшити момент інерції маховика можна лише за рахунок зменшення внутрішнього діаметра. Зовнішній діаметр маховика не можна збільшити, оскільки він обмежений габаритами стенду та конструкцією візка. Зовнішній діаметр маховика $D_H = 0,16$ м; внутрішній – $D_B = 0,264$ м. При цьому металоемність стенду буде найменшою, якщо внутрішні

діаметри нового ролика та нового маховика будуть однакові. З наведених вище формул видно, що момент інерції зростає пропорційно 4-ї ступені радіусу, а маса – пропорційно 2-ї. Тому збільшення металу на малому радіусі збільшує вагу стенду, практично не змінюючи його момент інерції.

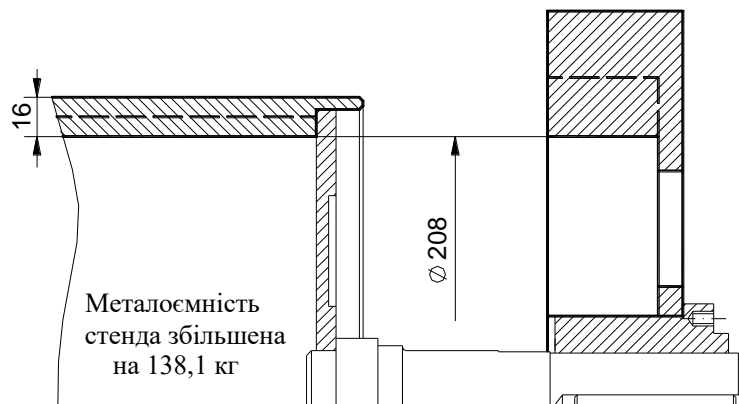


Рис.2 – Доробка конструкції нового стенду шляхом збільшення товщини стінки ролика та збільшення розмірів маховика

Новий внутрішній діаметр визначається з наступного виразу:

$$R_B^{//} = \sqrt[4]{\frac{2 \cdot I_p - L_M \cdot \pi \cdot \rho_M \cdot R_{HM}^4 - L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot R_{HP}^4}{-L_M \cdot \pi \cdot \rho_M - L_p \cdot \pi \cdot \rho_p}} =$$

$$= \sqrt[4]{\frac{2 \cdot 0,405 - 0,055 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,132^4 - 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,112^4}{-0,059 \cdot 3,14 \cdot 7850 - 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850}}$$

$$= 0,104 \text{ м,}$$

де $L_M = 0,055$ м – ширина маховика;

$\rho_M = 7850$ кг/м³ – густина матеріалу маховика;

$R_{HM} = R_{VM} = 0,132$ м – зовнішній діаметр додаткового маховика м.

Товщина стінки нового ролика:

$$H = R_{HP} - R_B^{//} = 0,12 - 0,104 = 0,016 \text{ м.}$$

Металоемність стенду збільшиться на наступну величину:

$$m = 4 \cdot \left[L_M \cdot \pi \cdot \rho_M \cdot (R_{HM}^2 - R_B^{//2}) + L_p \cdot \pi \cdot \rho_p \cdot (R_{HP}^2 - R_B^{//2}) \right] =$$

$$= 4 \cdot \left[0,055 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot (0,132^2 - 0,104^2) + 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot (0,112^2 - 0,104^2) \right] = 138,1 \text{ кг.}$$

Виконані розрахунки показують, що збільшити приведену масу стенду краще за рахунок збільшення стінки ролика та маховика.

Варіант 2 – це доробка конструкції існуючого екземпляра. Тут найважливіша вимога – мінімум змін існуючої конструкції та простота виконання доробки. З цих позицій найзручніше збільшити приведену масу

встановивши всередину роликів сталеві прутки (як показано на рис. 3), або установкою металевих труб, залитих свинцем або іншим важким матеріалом. Оскільки свинець метал дорогий, то встановлення сталевих прутків буде набагато дешевшим.

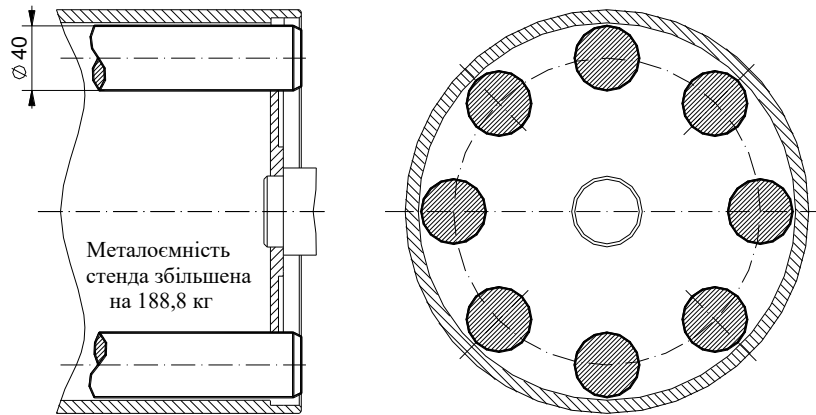


Рис.3 – Збільшення приведеної маси існуючого екземпляра стенда

Визначимо необхідний діаметр та кількість прутків. Прийmemo діаметр прутка 40 мм. Власний момент інерції прутка:

$$I_0 = \frac{L \cdot \pi \cdot \rho \cdot R^4}{2} = \frac{0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,02^4}{2} = 0,0012 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де $L = 0,6$ м – довжина прутка, що дорівнює довжині ролика.

Як зазначалося вище, момент інерції зростає пропорційно 4-ї ступені радіусу. Тому розташовувати прутки необхідно максимально близько до внутрішньої сторони ролика. Виходячи з цього, радіус установки прутків прийmemo рівним 0,09 м.

Момент інерції прутка, встановлений на радіусі l :

$$I = I_0 + m_{\text{п}} \cdot l^2, \quad (3)$$

де $m_{\text{п}}$ – маса прутка, кг;

$l = 0,09$ м – радіус установки.

Маса прутка: $m_{\text{п}} = L \cdot \pi \cdot \rho \cdot R^2 = 0,6 \cdot 3,14 \cdot 7850 \cdot 0,02^2 = 5,9$ кг.

$I = 0,0012 + 5,9 \cdot 0,09^2 = 0,05$ кг·м².

Потрібна кількість прутків: $n = \frac{I_{\text{р}}}{I} = \frac{0,405}{0,05} \approx 8$.

Металоємність стенду збільшиться на масу встановлених прутків:

$m = m_{\text{п}} \cdot n \cdot 4 = 5,9 \cdot 8 \cdot 4 = 188,8$ кг.

Висновки. Запропоновані варіанти доробки конструкції стенду ПДС-Л для того, щоб збільшити приведену інерційну масу стенда. Це треба зробити таким чином, щоб частка приведеної маси колеса і пов'язаних з ним частин автомобіля, що обертаються, становила невелику частину і вносила

похибку не більш допустимою. З цих позицій найзручніше збільшити приведену масу встановивши всередину роликів сталеві прутки. При цьому металоємність стенду збільшиться на 188,8 кг.

Література

1. Мармут И.А. Разработка научно-методических основ проектирования передвижных станций диагностики: дисс. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Харьк. госуд. автомоб.-дор. технич. ун-т; Харьков, 2001. 204 с. 2. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование) / Говорущенко Н.Я. и др. Харьков, 2009. 344 с. 3. Гернет М.М., Ратобильский В.Ф. Определение моментов инерции. Москва: Машиностроение, 1979. 247 с.