

Кравченко К.О.¹, науковий співробітник кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Герліці Юрай¹, завідувач кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Лак Томаш¹, доцент кафедри транспорту та підйомно-транспортних машин, к.т.н., доцент
Кравченко О.П.², професор кафедри автомобілів та транспортних технологій, д.т.н. професор
¹Жилінський університет (м. Жиліна, Словаччина);
²Державний університет «Житомирська політехніка»

СТЕНД ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОПОРУ ПОВІТРЯ ПРИ ОБЕРТАННІ ГАЛЬМОВИХ ДИСКІВ

На сьогодні більшість транспортних засобів використовують дискові гальмівні механізми. Така конструкція має гарні показники надійності, забезпечує отримати ефективний метод гальмування та являється зручною у проведенні технічного обслуговування механізму. Удосконалення конструкції дискових елементів забезпечує підвищення ефективності гальмівних властивостей транспортних засобів і потребує додаткового обладнання для проведення досліджень [1].

Від ефективного гальмування залежить безпека транспортного засобу; проте, при обертанні тормозних дисків виникає аеродинамічний опір за рахунок руху повітря в вентиляційних каналах. Це явище відноситься до негативних факторів, що збільшують опір руху транспортного засобу.

Для оцінки опору повітря, який створюється в вентиляційних каналах гальмівних дисків розроблена конструкція стенду [2], яка складається з двох опор 1 та 2, на яких встановлені ідентичні електродвигуни 3, 4 постійного струму на постійних магнітах. Електродвигун 3 жорстко закріплений на опорі 1, електродвигун 4 закріплений з можливістю руху в осьовому напрямку по канавках 5 опори 2 (рис. 1, а). На опори 1 та 2 через підшипники 6 установлена вісь 7 імітаційної колісної пари з гальмівним диском 8. З одного боку, вісь 7 з'єднана через пружне зчеплення 9 з електродвигуном 3. Вісь 7 з'єднана з електродвигуном 4 через магнітно-радіальне зчеплення 10, яке містить внутрішній диск 11 і зовнішній диск 12. Електрична схема для визначення опору повітря при русі гальмівних дисків містить: джерело струму 13, амперметр 14, вольтметр 15, перемикач 16 і датчик обертів 17 (рис. 1, б).

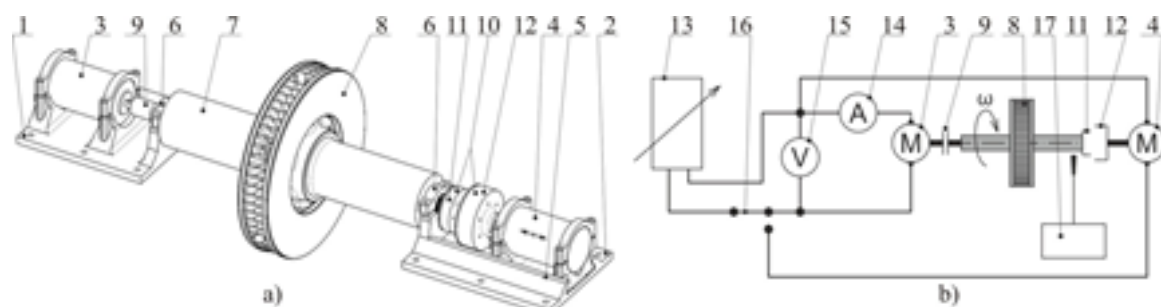


Рисунок 1 - Схема стенду для дослідження опору повітря при обертанні гальмівних дисків

Спосіб дозволяє визначення опору повітря при обертанні гальмівних дисків, який полягає в отриманні потужності опору повітря залежно від моменту інерції елементів обертання та уповільнювання при русі досліджуваних гальмівних елементів по інерції. Величина опору розраховується залежно від параметрів електродвигуна постійного електричного струму на постійних магнітах. Одночасно вимірюються параметри для визначення потужності та ефективності роботи електродвигуна залежно від умов випробування (температури, динаміки). На першому етапі включають джерело електричного струму та встановлюють необхідну напругу залежно від швидкості руху, яку необхідно досліджувати. Перемикач переведений на перший електродвигун, обертальний момент від першого електродвигуна передається на вісь імітованої колісної пари з гальмівним диском через пружне зчеплення. На другому етапі чекають встановленого рівномірного руху гальмівного диска; на третьому етапі з амперметра, вольтметра та датчика оборотів зберігаються значення струму, напруги та оборотів; четвертий етап - перемикач переводиться в положення другого електродвигуна, одночасно пересувається другий електродвигун в канавках опори для з'єднання внутрішнього та зовнішнього дисків магнітно-

радіального зчеплення, при цьому рух гальмівного диска та електродвигуна забезпечується другим електродвигуном, перший електродвигун генерує напругу за рахунок механічного з'єднання з віссю імітованої колісної пари, яка працює від другого електродвигуна. П'ятий етап - записуються дані з датчика оборотів, вольтметра (індукована напруга та кутова швидкість). Далі виконується розрахунок ефективності роботи першого електродвигуна в даному тепловому та динамічному стані і виконується розрахунок опору повітря при русі гальмівного диска.

Конструкція стенду дозволяє отримати:

- наближення умов проведення досліджень до реальних умов експлуатації;
- підвищення точності вимірювання опору повітря при обертанні гальмівного диска, урахуванням параметрів механічної частини вимірювального обладнання;
- оцінювання на стадії проектування ефективності конструкції вентиляційних каналів гальмівних дисків та їх вплив на опір руху транспортного засобу та зниження витрат на виготовлення натурального зразка гальмівного диска.

Визначення опору повітря при обертанні гальмівних дисків полягає в виконанні наступного технологічного процесу:

- увімкнути джерело струму 13 та встановити необхідну напругу в залежності від швидкості руху, яку необхідно досліджувати. При цьому перемикач 16 переведений на електродвигун 3. Обертаючий момент від електродвигуна 3 передається на вісь 7 імітованої колісної пари з гальмівним диском 8 через пружне зчеплення 9. Вісь 7 імітованої колісної пари встановлена на опори 1 та 2 через підшипники 6. Разом із віссю 7 імітованої колісної пари обертається встановлений на ній внутрішній диск 11 магнітно-радіального зчеплення 10;

- чекати встановлений рівномірний рух гальмівного диску 8;
- з амперметра 14, вольтметра 15 та датчику обертів 17 зберегти значення електричного струму I (А), напруги U (В) та обертів ω (рад/сек);

- перемикач 16 перевести в положення електродвигуна 4. Одночасно пересунути електродвигун 4 в канавках 5 опори 2 для з'єднання внутрішнього диску 11 та зовнішнього диску 12 магнітно-радіальне зчеплення 10. При цьому рух гальмівного диску 8 та електродвигуна 3 забезпечується електродвигуном 4. Електродвигун 3 генерує напругу за рахунок механічного з'єднання з віссю 7 іменованої колісної пари, яка працює від електродвигуна 4;

- зафіксувати дані з датчику обертів 17, вольтметра 15 (індуковану напругу U_i (В) та кутову швидкість ω_i (рад/сек));

- виконати розрахунок ефективності роботи η електродвигуна 3 в вибраному тепловому та динамічному стані за формулою:

$$\eta = \frac{U_i \cdot \omega}{U \cdot \omega_i}, \quad (1)$$

де U - напруга, В;

U_i - індукована напруга, В;

ω - кутова швидкість, рад/сек;

ω_i - кутова швидкість, яка вимірюється відповідно п. 4, рад/сек.

- виконати розрахунок опору повітря P (Вт) при обертанні гальмівного диску за формулою:

$$P = U \cdot I \cdot \eta. \quad (2)$$

Висновки. Використання запропонованого способу дозволить наблизити умови проведення досліджень до реальних умов експлуатації, підвищити точність вимірювання опору повітря при обертанні гальмівного диску, урахуванням параметрів механічної частини вимірювального обладнання. Використання запропонованого способу дозволить на стадії проектування оцінювати ефективність конструкції вентиляційних каналів гальмівних дисків на опір руху транспортного засобу та, тим самим, знизити витрати на виготовлення натурального зразку гальмівного диска.

Література

1. Carlos E. and Ferro E. Technical Overview of Brake Performance Testing for Original Equipment and Aftermarket Industries in The US and European Markets / Link Tech. Rep. FEV2005-01, 2005, pp. 1–27.
2. Кравченко К.О., Хаусер В., Герліці Ю. та ін. Спосіб визначення опору повітря при русі гальмівних дисків. Патент на винахід № 121929. 10.08.2020. Бюл. № 15