**Лабораторна робота № 3**

**МЕТРОЛОГІЧНА ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ**

**ПЕРЕВІРКИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПДС-Л**

**(Частина 1)**

**Мета роботи**

Вивчення методів і засобів, застосовуваних при метрологічній атестації тягово-гальмівного стенда ПДС-Л. Придбання навичок по обробці результатів вимірів, виконуваних при проведенні періодичній перевірці вимірювальних систем.

**Устаткування та прилади**

1. Тягово-гальмівний стенд ПДС-Л.
2. Частотомір-хронометр Ф-5041.
3. Генератор імпульсів ГЗ-110.
4. Зразковий динамометр.
5. Осцилограф.

## Теоретичні положення.

## Вимірювальна система ПДС-Л

Періодична атестація діагностичного устаткування, зокрема тягово-гальмівних стендів, є одним з основних способів підтримки на заданому рівні точнісних характеристик цього устаткування в умовах експлуатації.

Тягово-гальмівний стенд з біговими барабанами ПДС-Л має нестандартизовану вимірювальну систему, за допомогою якої реєструються значення діагностичних параметрів. Перевірка нестандартизованих вимірювальних систем повинна проводитися один раз у три роки за розробленою методикою метрологічної атестації. При позитивних результатах метрологічної перевірки органи Держстандарту видають акт акредитації.

Вимірювальна система (ВС) стенда ПДС-Л призначена для виміру наступних діагностичних параметрів (табл.3.1).

ВС працює у двох режимах: режим «РОЗГІН» і режим «ГАЛЬМУВАННЯ». У режимі «РОЗГІН» реєструються параметри 1; 2; 3; 4; 5; 6, у режимі «ГАЛЬМУВАННЯ» – параметри 7; 8; 9; 10 (див. табл. 3.1).

*Таблиця 3.1*

**Діагностичні параметри**

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування параметра | Межа основної\* погрішності, що допускається, не більше |
| 1. Лінійна швидкість на окружності барабанів, км/год | ±1,5 км/год |
| 2. Тягове зусилля на ведучих колесах, Н | ±2,0 % |
| 3. Потужність на ведучих колесах, кВт | ±3,0 % |
| 4. Витрата палива, л/100 км, л/год або г/кВт·год | ±2,0 % |
| 5. Опір обертанню коліс і трансмісії, Н | ±2,0 % |
| 6. Час і шлях розгону, с | ±1,0 % |
| 7. Зусилля натискання на гальмівну педаль, Н | ±4,0 % |
| 8. Усталене сповільнення, м/с2 | ±4,0 % |
| 9. Час спрацьовування гальм, с | ±0,01 з |
| 10. Гальмівний шлях, м | ±5,0 % |

* Основна погрішність – це погрішність засобів вимірів, використовуваних у нормальних умовах (температура навколишнього середовища – 20±50С; атмосферний тиск – 100±4 кПа; відносна вологість повітря – 65±15%; відсутність зовнішніх електромагнітних полів).

Структурна схема ВС ПДС-Л представлена на рис. 3.1.

# БЖ

# ДП

# ФС

# П

# ПС

# ПІ

Рис.3.1. Структурна схема ВС ПДС-Л: ДП – датчики первинні;

ДП – датчик первинний; БЖ – блок живлення; П – перетворювач сигналу; ФС – фільтр сигналу; ПС – підсилювач сигналу; ПІ – прилад індикації

Як первинний датчик використовується датчик дискретного виміру швидкості – фотодатчик і обтюратор (диск із прорізами). Фотодіод перетворює світлові сигнали, відповідно до частоти обертання обтюратора, в електричні сигнали, які підсумовуються протягом 0,5 с електронною системою і протягом наступних 0,5 с зображується індикаторі. Зв’язок між частотою імпульсів і частотою обертання наступна (протягом 1 с):

, (3.1)

де  – частота імпульсів обтюратора;  – кількість прорізів

обтюратора;  – частота обертання барабана, с-1.

**Похибка (помилки) вимірів**

У техніці розрізняють кілька видів похибки.

Абсолютна похибка (в одиницях вимірюваної величини):

, (3.2)

де  – показання приладу;  – дійсне значення, що вимірюється

більше точним засобом виміру.

Відносна похибка, %:

. (3.3)

Наведена похибка, %:

, (3.4)

де  – верхня межа шкали вимірювального приладу.

При випробуваннях виникають різні похибки вимірів (при виконанні -ї кількості вимірів):

* похибка середнього арифметичного:

, (3.5)

де  – вимірювана величина;  – середнє арифметичне (сума значень окремих вимірів, ділена на число вимірів);

* середня арифметична похибка окремого виміру:

при малому 

; (3.6)

при великому 

. (3.7)

Для виміру відхилень (зміни) окремих величин використовується середнє квадратичне відхилення:

при 

; (3.8)

при 

. (3.9)

Середня квадратична похибка середнього арифметичного:

. (3.10)

Середня квадратична похибка одного виміру:

. (3.11)

Вираз (3.11) може служити мірою точності зроблених вимірів. Розглянемо приклад аналізу результатів експерименту по визначенню температури відпрацьованих газів двигуна (табл.3.2).

Середнє арифметичне значення температури:  .

Середня квадратична похибка середнього арифметичного:

5ºС ( 5ºС).

Середня квадратична похибка одного виміру:

12ºС.

*Таблиця 3.2*

**Аналіз вимірів температури**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № виміру | , ºС |  |  |
| 1 | 787 | -3 | 9 |
| 2 | 785 | -5 | 25 |
| 3 | 788 | -2 | 4 |
| 4 | 775 | -15 | 225 |
| 5 | 810 | +20 | 400 |
| 6 | 795 | +5 | 25 |
| Сума | 4740 | – | 688 |

Таким чином, можна записати, що можлива температура відпрацьованих газів  =790±12ºС (778...802ºС). У нашому прикладі – 775...810ºС (похибка ≈ 1 %).

## Зміст і порядок виконання роботи

***Перевірка системи виміру лінійної швидкості.*** Для виконання цієї перевірки необхідно підключити замість фотодатчика генератор імпульсів ГЗ-110. Задаючи генератором відповідну частоту (для розрахункових швидкостей 20, 40, 60, 80 км/год), зчитувати з відповідних індикаторів значення швидкості. Зробити не менш 5 вимірів для кожної розрахункової швидкості. Результати вимірів оформити у вигляді табл. 3.3.

*Таблиця 3.3*

**Результати перевірки системи виміру лінійної швидкості**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показання генератора ГЗ-110, Гц | Розрахункова швидкість , ,км/год | Показання приладу, , км/год | | Абсолютна погрішність, , км/год | |
| Лівий  канал | Правий  канал | Лівий  канал | Правий канал |
| 398 | 20 |  |  |  |  |
| 796 | 40 |  |  |  |  |
| 1194 | 60 |  |  |  |  |
| 1592 | 80 |  |  |  |  |

### Для кожної швидкості розрахувати середнє арифметичне значення абсолютної погрішності, км/год:

. (3.12)

Розрахувати середньоквадратичне відхилення за формулою (3.11).

Сумарна похибка, км/год, при нормальному законі розподілу і довірчої ймовірності , :

; (3.13)

або у відсотках

. (3.14)

Результати розрахунків погрішностей оформити у вигляді табл.3.4. Зрівняти зі значенням погрішності, що допускається (табл.3.1) і зробити висновок про придатність системи виміру лінійної швидкості.

*Таблиця 3.4*

**Результати розрахунків похибки**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показання генератора ГЗ-110, Гц | Швидкість, що перевіряє, км/год | Значення похибки , % | |
| Лівий канал | Правий канал |
| 398 | 20 |  |  |
| 796 | 40 |  |  |
| 1194 | 60 |  |  |
| 1592 | 80 |  |  |

***Перевірка пристрою для натискання на педаль гальма («пневмоноги»).*** За допомогою зразкового динамометра замірити зусилля на гальмівній педалі при тиску в ресивері пневмоноги 0,4 Мпа; виміри робити не менш 5 разів. Результати оформити у вигляді табл.3.5.

*Таблиця 3.5*

**Результати перевірки «пневмоноги»**

|  |  |
| --- | --- |
| Значення тиску в ресивері,  Мпа | Показання зразкового  динамометра, Н |
| 0,4 |  |

Розрахувати за формулами (3.11 – 3.14) значення похибки при перевірці «пневмоноги».