

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВІРКИ ТАХОМЕТРІВ

Поджаренко В.О., Кучерук В.Ю., Севастьянов В.М., Войтович О.П.
Вінницький національний технічний університет

Abstract

Podzsharenko V.O., Kutcheruk V.Y., Sevastianov V.M., Voitovich O.P. The system for tachometers calibration. The system for tachometers calibration is proposed. This system allows to make a tachometers' calibration in static and dynamic conditions. Two kinds of signals for calibration in dynamic conditions are proposed. The pattern signal reproducing error is less than 0.3% in dynamic conditions and 0.02% in static conditions.

Постановка проблеми

Вимірювання кутової швидкості є досить важливим для визначення характеристик електромоторів. Зокрема, залежність кутової швидкості в часі є вихідною для опосередкованих вимірювань кутового прискорення, моменту інерції ротора, динамічного моменту. Вимірювання кутової швидкості в сучасній техніці здійснюється за допомогою сенсорів, основаних на тахометричних перетворювачах з нормованими метрологічними характеристиками. Тому актуальною є проблема повірки тахометрів у різних режимах роботи.

Аналіз джерел

Відомий стенд для повірки спідометрів та тахометрів АТ-8902. Діапазон вимірювання стенда для повірки спідометрів та тахометрів (0-4200 хв⁻¹) з похибкою 0,8% [1]. Дана установка має ряд недоліків зумовлених застосуванням крокового двигуна, що не дозволяє плавно змінювати кутову швидкість, а також застарілою елементною базою, що призводить до нестабільності показів, які збільшують похибку вимірювання. Тахометрична установка для повірки тахометрів УТ05-60 відтворює широкий діапазон кутових швидкостей (10-6000 об./хв.) за рахунок використання п'ятиступінчатого редуктора з відносною похибкою вимірювання 0,05% [2].

Постановка завдання

Сучасні інформаційно-вимірювальні системи все частіше працюють в динамічних режимах, що вимагає повірку тахометричних пристроїв не тільки в статичному, але й в динамічному режимах. Проте описані вище установки не дозволяють повірять тахометри в динамічному режимі, а отже і визначити їх динамічні характеристики. Тому, метою даної роботи є розробка установки для повірки тахометрів, яка дозволяє реалізувати визначення динамічних характеристик тахометрів і проводити їх випробовування не тільки в статичному, а й в динамічному режимі.

Установка для повірки тахометрів

За основу взято установку для повірки тахометрів УТ05-60, яка виконує повірку на основі метода порівняння з мірою.

Запропонована установка задає за допомогою електродвигуна постійного струму кутову швидкість, яка вимірюється двома тахометрами: зразковим, та тахометром, що повіряється, різниця сигналів на виході тахометрів і є похибкою вимірювання тахометра, що повіряється. Тобто

$$\Delta = f_{\text{пов}} - f_{\text{зр}}, \quad (1)$$

де $f_{\text{пов}}$, $f_{\text{зр}}$ – частота виміряна відповідно тахометром, що повіряється та зразковим тахометром.

Модель установки, розробленої в середовищі візуального моделювання Simulink програмного пакету MatLab [3], представлена на рис. 1.

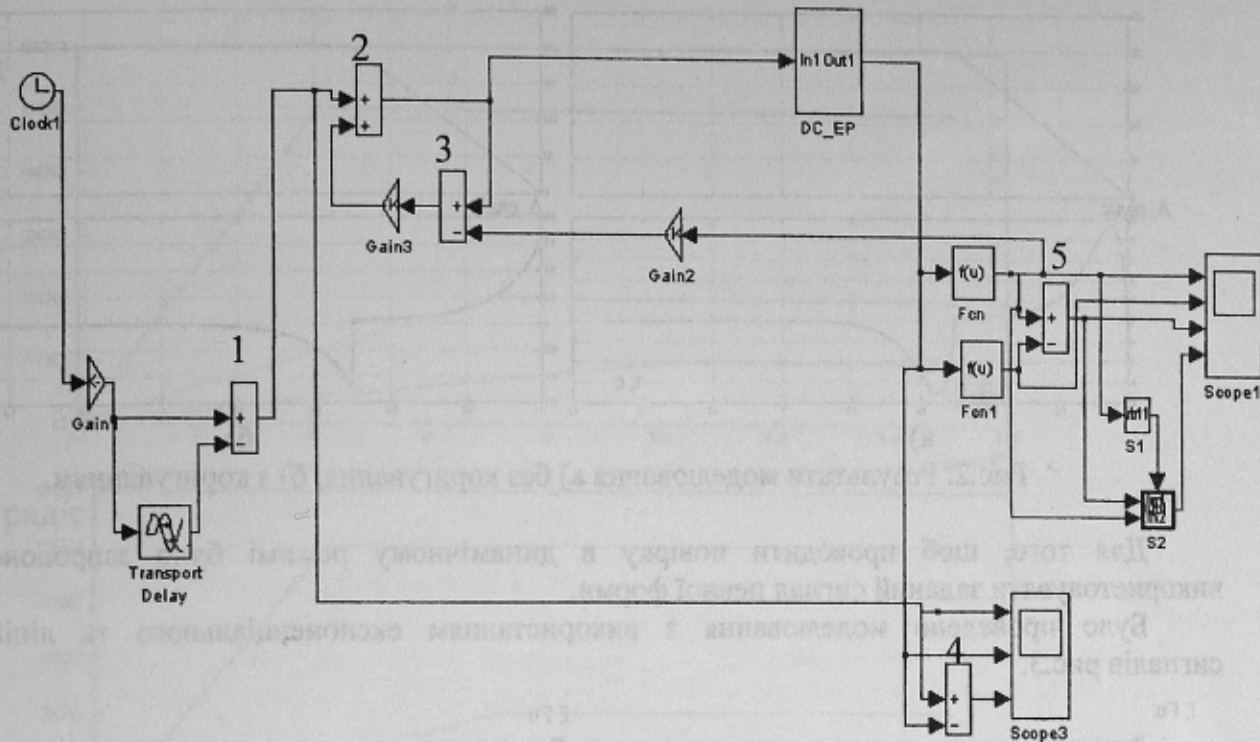


Рис.1. Модель установки для повірки тахометрів

В даній моделі

1. Clock – задавач модельного часу.
2. Gain – підсилювач, виконує операцію множення сигналу на певний коефіцієнт.
3. Transport Delay – затримка часу.
4. DC_EP – модель електричного двигуна постійного струму з частотним перетворювачем взята, з бібліотеки Demo Blocksets середовища MatLab.
5. Fen – Блок математичного виразу.
6. S – підсистеми.
7. Score – блок побудови часових діаграм.

Модель працює наступним чином. Блоки Clock, Gain, Transport Delay та суматор 1 задають певну форму заданого (встановленого) сигналу, який поступає на вхід блоку DC_EP, який моделює частотний перетворювач та електродвигун постійного струму. На виході блоку DC_EP формується кутова швидкість, яка відтворює форму заданого сигналу і поступає на входи блоку Fen, які моделюють тахометри. З виходів моделей тахометрів сигнал поступає на Scope1. За допомогою суматора і блоків S1,S2, знаходяться абсолютна та відносні похибки вимірювання частоти тахометром, що повіряється, методом порівняння з мірою.

Для того, щоб задавати задану (встановлену) частоту, яку відтворює електродвигун постійного струму, відбувається коригування частоти. Для цього, за допомогою суматора 2 знаходиться різниця між величинами заданого сигналу та частоти на виході моделі

електродвигуна постійного струму, виміряною зразковим тахометром. Отримана величина додається до заданого сигналу в суматорі 3 і отриманий скорегований сигнал подається на вхід блоку DC_EP.

На рис. 2. показані результати моделювання без коригування та з коригуванням частоти. Як видно, похибка в системі без коригування $\Delta_{\text{ок}}=9$ рад/с і значно більша за похибки в системі з коригуванням $\Delta_{\text{к}}=0,6$ рад/с при кутовій швидкості $\omega_r=200$ рад/с.

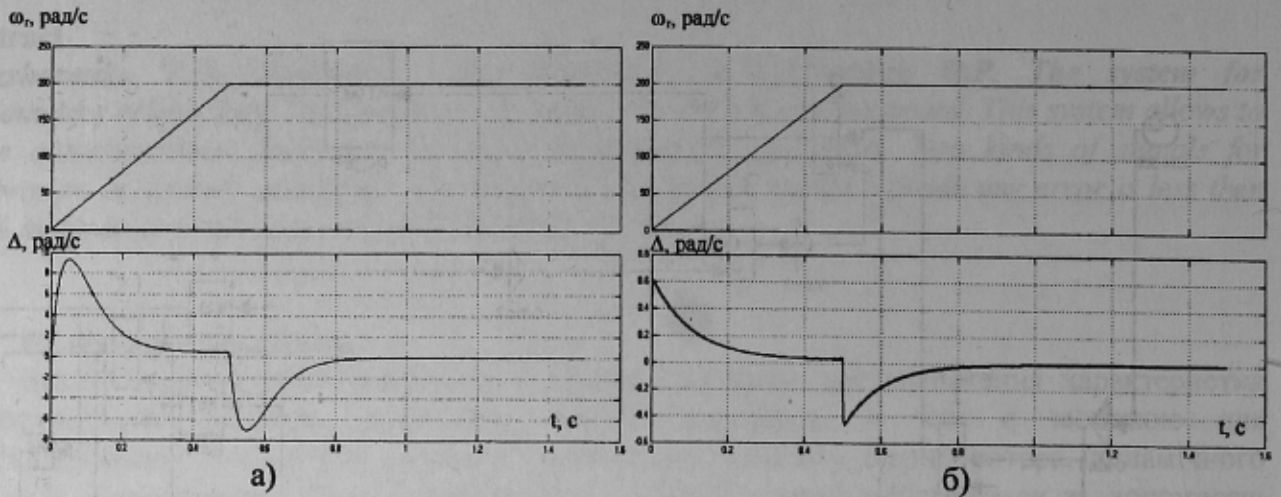


Рис.2. Результати моделювання а) без коригування; б) з коригуванням.

Для того, щоб проводити перевірку в динамічному режимі було запропоновано використовувати заданий сигнал певної форми.

Було проведено моделювання з використанням експоненціального та лінійного сигналів рис.3.

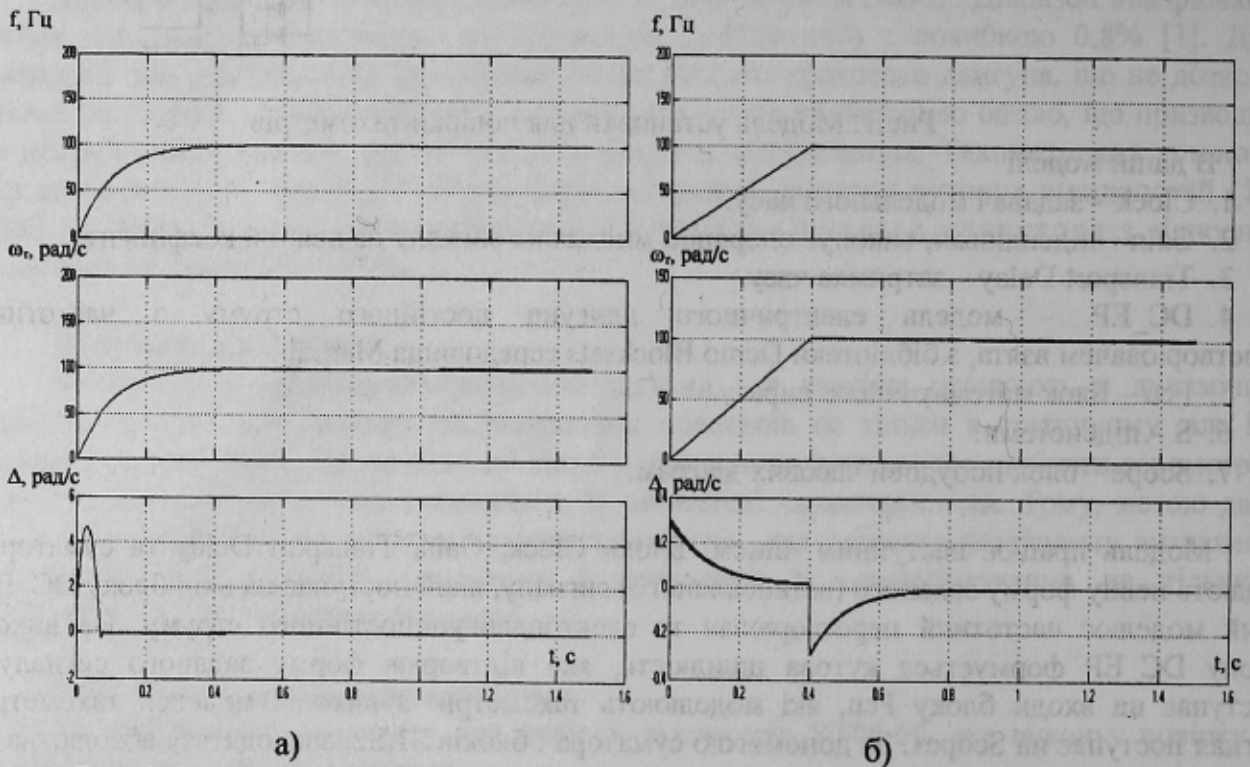


Рис. 3. Результати моделювання та похибка з заданим а) експоненціальним сигналом, б) лінійним сигналом.

Проведене моделювання показало, що при використанні експоненціального сигналу максимальна похибка відтворення кутової швидкості електродвигуном постійного струму

становить $\Delta_e=4,3$ рад/с і значно більша ніж при використанні лінійного сигналу $\Delta_n=0,3$ рад/с при кутовій швидкості $\omega_r=100$ рад/с.

Тому запропоновано в якості заданого (встановленого) сигналу використовувати лінійний сигнал, похибка відтворення якого менша.

Результати моделювання із заданим (встановленим) лінійним сигналом при різних частотах та часом виходу в статичний режим показані на рис. 4.

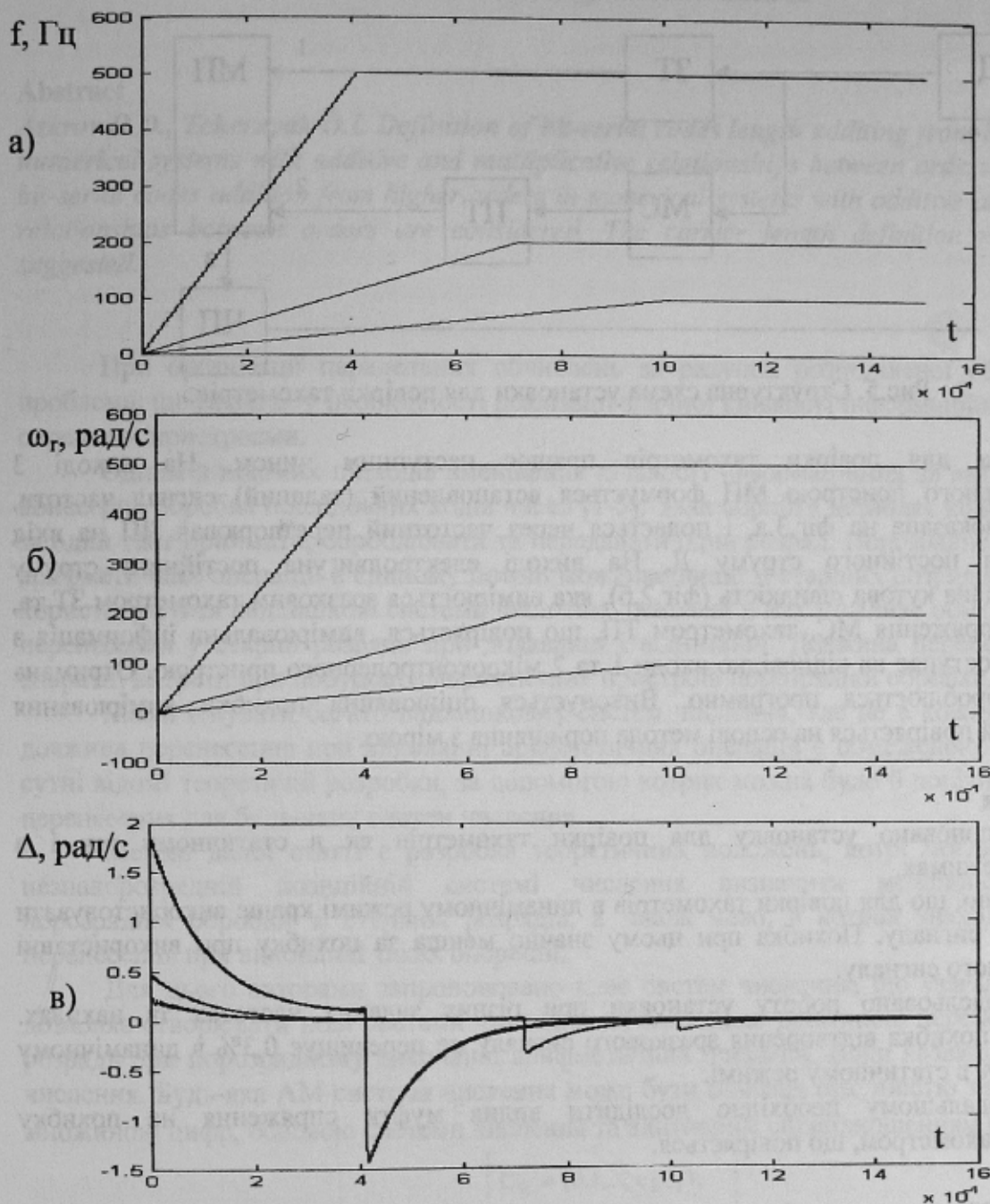


Рис.4. Результати моделювання при різних частотах та часом виходу в статичний режим, а) задана частота, б) кутова швидкість на виході електродвигуна, в) похибка відтворення

Проаналізувавши отримані результати, можна зробити висновок, що чим більша задана частота, тим більша похибка в динамічному режимі, але вона не перевищує 0,3%. Похибка в статичному режимі не перевищує 0,02%. Отже така форма сигналу дозволяє відтворення

заданої частоти з більшою точністю.

Для прискорення обробки інформації та отримання статичних та динамічних характеристик можна використати мікропроцесорний пристрій, на входи якого будуть подаватися сигнали з виходів зразкового тахометра та тахометра, що повіряється. Один з виходів мікропроцесорного пристрою можна використовувати для задавання величини та нахилу заданої (встановленої) частоти, яка поступає на вхід частотного перетворювача електродвигуна постійного струму. Тоді структурна схема установки буде виглядати наступним чином рис. 5.

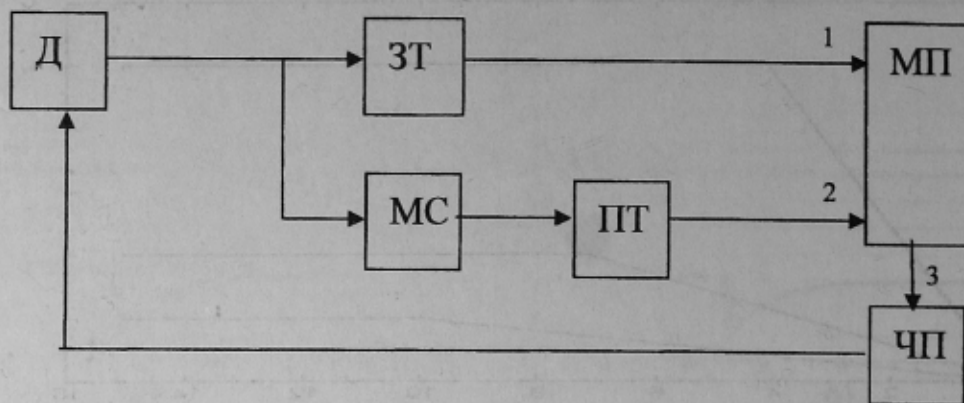


Рис.5. Структурна схема установки для повірки тахометрів.

Установка для повірки тахометрів працює наступним чином. На виході 3 мікроконтролерного пристрою МП формується встановлений (заданий) сигнал частоти, форма якого показана на фіг.3.а, і подається через частотний перетворювач ЧП на вхід електродвигуна постійного струму Д. На виході електродвигуна постійного струму формується задана кутова швидкість (фіг.2.б), яка вимірюється зразковим тахометром ЗТ та, через муфту спряження МС, тахометром ТТ, що повіряється, вимірювальна інформація з виходів яких поступає на відповідно входи 1 та 2 мікроконтролерного пристрою. Отримана інформація оброблюється програмно. Виконується оцінювання похибки вимірювання тахометра, який повіряється на основі метода порівняння з мірою.

Висновки

1. Запропоновано установку для повірки тахометрів як в статичному так і в динамічному режимах.
2. Доведено, що для повірки тахометрів в динамічному режимі краще використовувати лінійну форму сигналу. Похибка при цьому значно менша за похибку при використанні експоненціального сигналу.
3. Промодельовано роботу установки при різних заданих частотах та нахилах. Отримано, що похибка відтворення зразкового сигналу не перевищує 0,3% в динамічному режимі та 0,02% в статичному режимі.
4. В подальшому необхідно дослідити вплив муфти спряження на похибку вимірювання тахометром, що повіряється.

Література

1. Прибор для поверки электрических и механических спидометров, тахометров автомобилей АТ-8902. Паспорт и инструкция по эксплуатации. Петропавловск, 1989.
2. Установка тахометрическая УТ05-60. Техническое описание и инструкция по эксплуатации Хд2.780.000 ТО, 1980
3. Гультяев А. Визуальное моделирование в среде MATLAB: учебный курс – СПб: Питер, 2000. – 432 с.