

Перелік посилань

1. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах: Навчальний посібник / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

2. Дмитриченко М.Ф. Мнацаканов Р.Г., Мікосянчик О.О. Триботехніка та основи надійності машин: Навчальний посібник. – К.: ІНФОРМАВТОДОР. 2006. – 216 с.

Подригало Михайло Абович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, khadi.pas@gmail.com

Краснокутський Максим Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОЦІНКА ВПЛИВУ НЕЛІНІЙНОСТІ ТИПУ «ЗОНА НЕЧУТЛИВОСТІ» НА КЕРОВАНІСТЬ РЕГУЛЬОВАНОЇ СИСТЕМИ

Динамічні властивості характеризують здатність автомобіля рухатися під дією прикладених сил. Важливою експлуатаційною властивістю є динамічність автомобіля під час розгону, тобто здатність останнього до швидкого збільшення швидкості. Одним із показників руху автомобіля є час його розгону або до максимальної швидкості V_{\max} або до швидкості $V=100$ км/ год. Слід зазначити, що автомобіль є об'єктом, що регулюється [1], а синергетичний гібридний привід – автоматичний регулятор. Разом вони утворюють (у взаємодії) регульовану систему. Керуваними параметрами (входом) регульованої системи (автомобільної моторно-трансмісійної установки) є ефективна (вихідна) потужність двигуна внутрішнього згорання та частота обертання колінчастого валу. Управління динамікою розгону автомобіля відбувається за рахунок регулювання ефективної потужності N_e та швидкості автомобіля V . Остання змінюється за рахунок керування кутовою швидкістю колінчастого валу ДВЗ та передатним відношенням коробки передач.

Керованість процесу розгону автомобіля, як і будь-якого керованого процесу, характеризується здатністю регульованої системи адекватно реагувати на керуючий вплив. Адекватність характеризується пропорційністю між зміною вихідної величини та зміною Δx вхідної величини X . У реальних конструкціях автомобілів зазначена пропорційність, при керуванні моторно-трансмісійною установкою, відсутня через наявність у ланцюзі управління великої кількості нелінійностей. Одна з нелінійностей типу зона нечутливості виникає через наявність опору руху автомобіля

$$m \frac{dV}{dt} = P_k - P_f - P_{w_3} \quad (1)$$

де m – маса автомобіля;

$\frac{dV}{dt}$ – лінійне прискорення автомобіля, що виникає під час розгону;

P_k – тягове зусилля на ведучих колесах;

P_f – сила опору кочення коліс.

У роботі [2], на підставі результатів експериментів, показано, що коефіцієнт лобового аеродинамічного опору не є постійною величиною, а змінюється в залежності від швидкості руху автомобіля за гіперболічним законом

$$C_x = \frac{A_w}{V^n}, \quad (2)$$

де V – швидкість автомобіля;

n – показник ступеня при швидкості;

A_w – коефіцієнт регресії, який за $V=1$ м/с чисельно дорівнює коефіцієнту C_x при зазначеній швидкості та має розмірність (м/с).

Сила аеродинамічного опору руху автомобіля при C_x , що змінюється за законом (2), має вигляд

$$P_w = \frac{A_w}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V^{2-n}, \quad (3)$$

де ρ – щільність повітря (за нормальних умов) дорівнює $\rho = 1,225$ кг/м³;

F – площа лобового перерізу (мідель) автомобілю.

Нелінійність типу «зона нечутливості» ілюструється графіком, представленим на рисунку 1 [1].

Нелінійність типу зона нечутливості порушує керованість регульованої системи та призводить до появи помилки, яку визначаємо за формулою

$$Z = Y_2 - Y_1 = X_{\text{неч}} \cdot \text{tg} \alpha, \quad (4)$$

де $X_{\text{неч}}$ – рівень нечутливості зумовлений, наприклад, тертям;

$\text{tg} \alpha$ – характеризує передатну функцію регульованої системи.

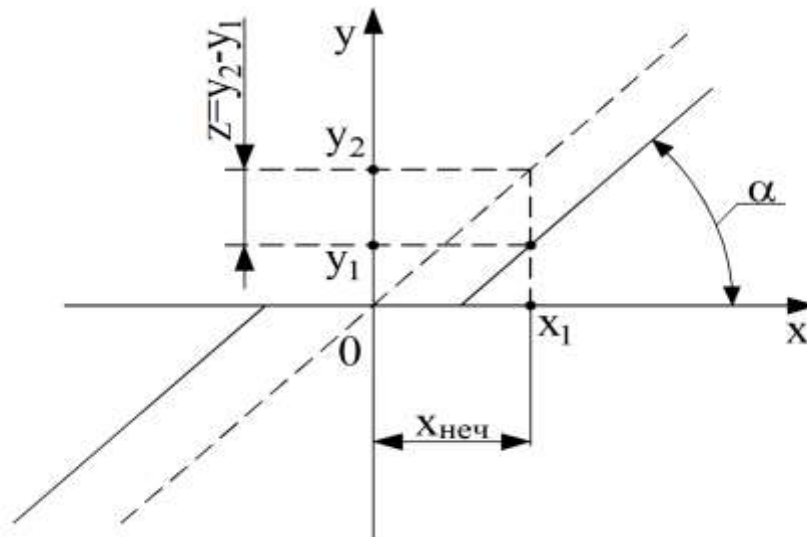


Рис. 1 – Нелінійність типу «зона нечутливості»

Залежність (4) показує, що чим вище α , тим більше помилка управління. А зона нечутливості визначається опором руху автомобіля за формулою

$$P_c = m \cdot g \cdot f + \frac{A_w}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V^{2-n} = X_{неч} \quad (5)$$

Якщо в гібридному автомобілі із синергетичним приводом використовувати потужність ДВЗ для подолання опору руху, то при включенні електричної частини двигуна при розгоні машини зона нечутливості буде зведена до нуля.

Перелік посилань

1. Phillips Ch.L., Harbor R.D. Feedback control systems. Fourth Edition. – New Jersey 07458: Prentice Upper Saddle River, 2000.
2. Podrigalo M.A. Improvement evolution methodology of vehicle load and energy efficiency/M.A. Podrigalo, D.V. Abramov, Yu.V. Tarasov etc.//Automobile transport, Vol.49, 2021 – pp36-44.