

## **АНАЛІЗ РОБОТИ ТА КОНСТРУКЦІЇ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ КУРСОВОЇ СТІЙКОСТІ АВТОМОБІЛЯ**

Система курсової стійкості – активна система безпеки, яка служить, головним чином, для запобігання заносів під час руху автомобіля. Робота системи забезпечує курсову стійкість автомобіля під час маневрів, запобігаючи виникненню бічного ковзання та зриву в занос. Дана система може мати різні назви, які відображають її призначення: система курсової стійкості (система підтримки курсової стійкості), система динамічної стабілізації (йдеться про поперечну динаміку автомобіля), електронний контроль стійкості, а також просто протизаносна система. Система курсової стійкості показала свою високу ефективність, вона була визнана одним із найважливіших винаходів, який багаторазово підвищив безпеку автомобілів. Розберемо систему ESP (Electronic Stability Program).

Робота ESP взаємопов'язана з гальмівними механізмами автомобіля, ABS, а також з антибуксовувальною системою та електронним блоком керування двигуном. У своїй роботі система активно використовує всі ці компоненти, комплексно поєднуючи їх дії та забезпечуючи кілька контраварійних заходів під час виникнення поперечної динаміки або, простіше кажучи, ковзання задньої осі автомобіля, що не керується. У систему ESP входить багато датчиків: швидкості обертання коліс, положення рульового колеса, тиску в гальмівній системі, вимірювання кутової швидкості щодо вертикальної осі та поперечного прискорення (G-сенсор). Інформація з цих датчиків надходить до головного блок-контролера, який, обробляючи інформацію, при виникненні критичної ситуації сприяє відновленню положення авто в траєкторії шляхом пригальмовування одного або кількох коліс. ESP тісно пов'язана із системою ABS та блоком управління двигуном.

Основними елементами системи ESP є (рис. 1): -

- Датчики швидкості: Вони вимірюють швидкість обертання кожного з коліс. Якщо одне з коліс обертається швидше або повільніше за інші, це може свідчити про втрату зчеплення з дорогою.
- Гіроскопи та акселерометри: Вимірюють кутові швидкості та прискорення автомобіля. Ця інформація використовується для визначення напрямку руху та кута нахилу автомобіля.

## Компоненти системи ESP

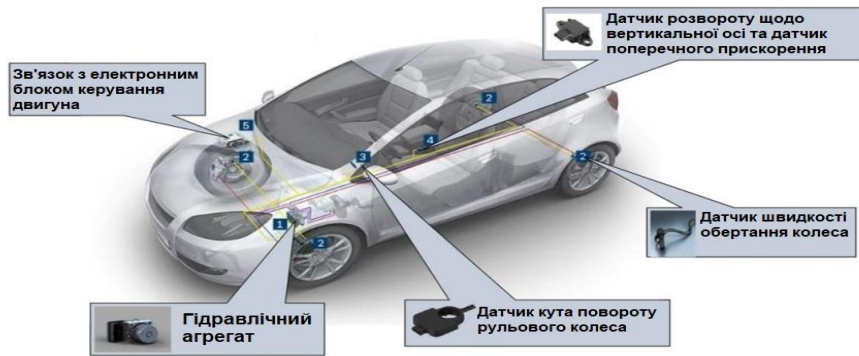


Рисунок 1 – Схема системи ESP

1 – Гідравлічний агрегат; 2 – Датчик швидкості обертання колеса; 3 – Датчик кута повороту рульового колеса; 4 – Датчик розвороту щодо вертикальної осі та датчик прискорення; 5 – Зв'язок з електронним блоком керування двигуна;

- Електронний блок керування (ECU): Це центральний пристрій, який приймає дані від датчиків та приймає рішення про активацію гальм на окремих колесах для відновлення стійкості автомобіля.

- Активатори гальм: Електроніка ESP керує гальмами окремих коліс, щоб запобігти ковзному або занесеному руху. Це робиться шляхом автоматичного регулювання гальмівного тиску на кожному колесі.

- Двигунний регулятор: В деяких випадках ESP може впливати на роботу двигуна, щоб зменшити потужність і запобігти додатковим втратам стійкості.

- Система антиблокування гальм (ABS): Часто ESP інтегрована з системою ABS, що дозволяє керувати гальмуванням окремих коліс для покращення керуваності та запобігання блокуванню коліс.

Система ESP працює, контролюючи гальма на окремих колесах і впливаючи на момент обертання, щоб запобігти заносу, ковзанню або втраті стійкості автомобіля. Це покращує безпеку водіння, особливо в умовах несприятливих погодних умов або за різких маневрів (рис. 2).

## Принцип роботи ESP

### Надмірна повертаність

- Автомобіль обертається (задня вісь ковзає до зовнішньої дуги повороту)
- Швидкість ризику занадто велика
- Стабілізація за рахунок гальмування на передньому колесі зовнішнього радіуса



### Недостатня повертаність

- Передня вісь ковзає до зовнішньої дуги повороту
- Швидкість ризику занадто мала
- Стабілізація за рахунок гальмування на задньому колесі внутрішнього радіуса



Рисунок 2 – Принцип роботи ESP

Система Hill Assist (НАС; HSA; Hill Holder; HLA) , або система допомоги при старті на підйомі, є технологічним пристроєм в автомобілі, який запобігає його відкочуванню при старті на підйомі. Ця система активується, коли автомобіль стоїть на поверхні, і водій починає відпускати зчеплення. Завдяки Hill Assist автомобіль затримується на місці без додаткового використання гальм, що полегшує старт на підйомі та запобігає відкоченню назад.

Принцип роботи системи Hill Assist базується на використанні гальм. Коли водій відпускає зчеплення на підйомі, система автоматично задіє гальма на короткий час, щоб утримати автомобіль на місці. Після того, як водій починає активно рухатися вперед, система автоматично вимикається (рис. 3.).

### Renault's Hill Start Assist Technology

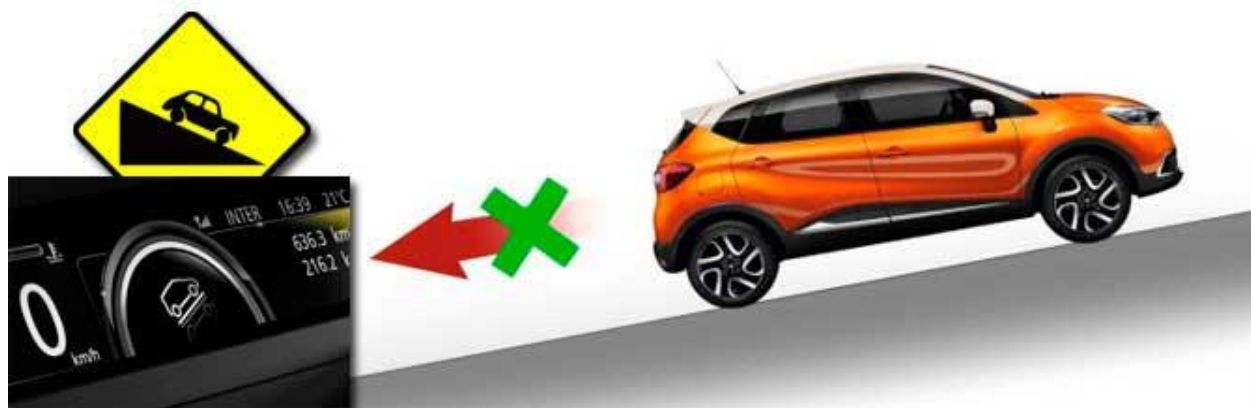


Рисунок 3 – Концепт роботи системи Hill Assist

Основними компонентами системи Hill Assist є:

- Датчики нахилу: Система зазвичай використовує датчики нахилу для визначення, чи знаходиться автомобіль на підйомі.
- Гальма: HSA використовує гальма для утримання автомобіля на місці після того, як водій відпустив гальмівну педаль.
- Електронний блок управління: Це комп'ютер, який керує системою HSA. Він обробляє дані від датчиків нахилу та керує гальмами таким чином, щоб запобігти відкату автомобіля.

Система екстреного гальмування (Brake Assist) – Електронна система управління тиском у гідравлічній системі гальм, яка у разі необхідності екстреного гальмування та недостатнього при цьому зусилля на педалі гальма самостійно підвищує тиск у гальмівній магістралі.

Принцип роботи системи Brake Assist: система розпізнає ситуації, коли водій задіє гальма в екстреному порядку – звертає увагу на швидкість натискання педалі і посилює цей вплив. Через електронний блок управління відбувається активація електромагніту приводу штока та вакуумного підсилювача гальм. По

суті, система BAS гарантує, що в екстреній ситуації педаль гальма буде натиснута з необхідною силою незалежно від людського фактора (рис. 4).

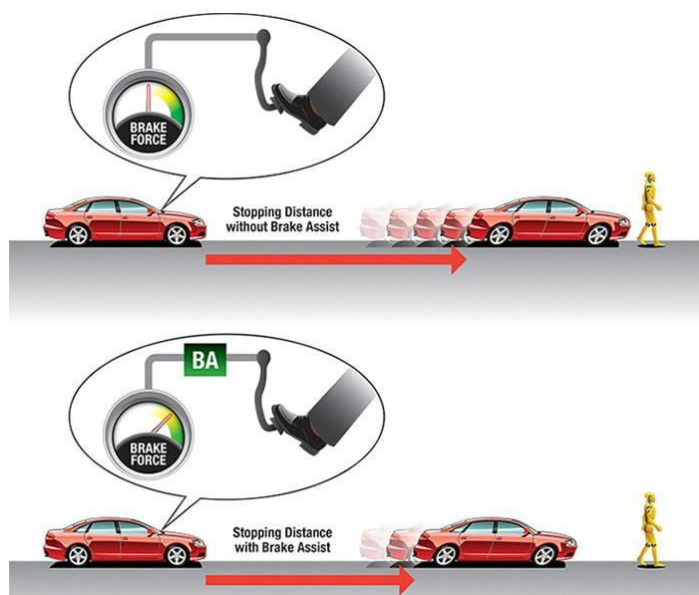


Рисунок 4 – Демонстрація роботи системи екстреного гальмування

Основними елементами системи Brake Assist є:

1 – Датчики гальмування: Система Brake Assist використовує датчики, які постійно моніторять швидкість гальмування, тиск на педаль гальмів, а також інші параметри, пов'язані з процесом гальмування.

2 – Керуючий блок: Цей блок відповідає за обробку даних від датчиків та ухвалення рішення про те, коли активувати систему Brake Assist. Він також може взаємодіяти з іншими системами безпеки автомобіля.

3 – Гідравлічна система гальм: Brake Assist використовує існуючу гідравлічну систему гальм автомобіля для активації додаткової сили гальмування в екстрених ситуаціях.

4 – Активатор гальмування: Цей компонент відповідає за застосування додаткової сили гальмування. У деяких системах це може бути реалізоване шляхом збільшення тиску в головному гальмівному циліндрі.

5 – Алгоритм активації: Brake Assist працює на основі алгоритму, який визначає коли водій виконує екстрене гальмування. Якщо система виявляє, що водій занадто слабо натискає на гальмоу ситуації, що вимагає швидкого та ефективного гальмування, вона активує Brake Assist для надання додаткової сили гальмування.

### Література

1. <https://webshop-ua.intercars.eu/>
2. <https://www.infocar.ua/>
3. <https://www.autocentre.ua/>
4. <https://mercedes-benz-kiev.com/>

*Науковий консультант професор кафедри автомобілів ьм. А.Б. Гредескула, д.т.н. Александров Є.Є.*