

РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ГАЛЬМІВНИХ МЕХАНІЗМІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Літвіненко Ю.А., ст. гр. А-42-17

volf-949@ukr.net

Науковий консультант: Волков В.П., проф., д-р техн. наук

Вступ. Як відомо, автомобіль з'явився у 1886 році, і перші конструкції гальм були запозичені з кінних екіпажів. В період з 1886 по 1900 рр. на автомобілях використовувалися різні типи гальмівних пристроїв, наприклад рифлені черевики, що підводяться під колеса, якірні механізми, що занурюються в опорну поверхню та ін. Всі ці пристрої через їх неефективність і руйнування опорної поверхні не набули поширення.

Довгий час (1908-1912 рр.) гальмівний привід складався з механічної системи тяг, важелів, валиків і тросів, а гальмівні механізми нагадували стрічкові гальма.

Невисокі швидкості руху перших автомобілів (3-10 км/год) робили допустимим застосування гальмівних механізмів простої конструкції, які розташовувалися в трансмісії або тільки на задніх колесах, що забезпечувало необхідну безпеку руху. Подальше зростання швидкостей руху автомобілів (в 1900 р. швидкість руху перевищила 100 км/год) показало, що гальма, встановлені тільки на задніх колесах, неефективні. Тому, починаючи з 1900 р. винахідники розробляли інші конструкції гальмівних механізмів і розглядали можливість встановлення їх і на передні колеса автомобіля.

Результати дослідження. Поява у 1899 р. перших барабаних гальмівних механізмів дещо вирішила проблему, і в 1903 р. вони вже встановлювалися на автомобілях Mercedes і Renault. У 1909 р англійський завод Arrol-Jonston вперше став встановлювати на серійних моделях автомобілів гальмівні механізми на усіх чотирьох колесах. Слід зазначити, що поява у 1902 році конструкції дискового гальмівного механізму відкритого типу, не набула поширення через складність та низьку технологічність приводу, а також відсутність фрикційних матеріалів, здатних працювати при високих питомих тисках і температурах.

Встановлення гальмівних механізмів на всіх колесах автомобілів призвело до того, що механічний привід, через ряд істотних недоліків, вичерпав свої можливості. Конструктори звернули увагу на гальмівні пристрої, що використовувалися на паровозах. Це призвело до випуску в 1904 р на підприємствах Starteventom і Fisher (США) автомобілів з пневматичним приводом гальм. Зі зростанням динамічних властивостей автомобілів і збільшенням інтенсивності дорожнього руху, зусилля водія вже

було недостатньо для ефективного управління гальмуванням. Тому в гальмівний привід з 1919 р. починають встановлювати різні конструкції підсилювачів. Піонером застосування підсилювача в гальмівному приводі легкових автомобілів була французька філія фірми Hispano-Suiza. У 1920 р на автомобілях Duzenberg (США) вперше був застосований гідравлічний привід в гальмівному управлінні автомобіля. У період з 1920-1925 рр. гідравлічний і пневматичний приводи стали цілком працездатними і надійними конструкціями. Приблизно в цей же час почалося поділ застосування гальмівних приводів на різних типах автомобілів: легкові автомобілі та вантажні (невеликий вантажопідйомності) мали гідравлічний гальмівний привід; вантажні автомобілі середньої і великої вантажопідйомності, а також автобуси – пневматичний гальмівний привід. Такий поділ без особливих проблем дозволяв експлуатувати вантажні автомобілі і автобуси з причіпним рухомим складом.

До 1940 р. можливості барабанних гальмівних механізмів перетворювати постійно зростаючу кінетичну енергію автомобіля практично вичерпалися. Тому конструктори повернулися до дискових гальмівних механізмів, які мають більш широкі можливості в цьому плані через конструктивні особливості. До кінця 30-х років минулого століття відкритий дисковий гальмівний механізм, через невелику масу та меншу кількість деталей, знайшов широке застосування в якості трансмісійного гальма. До цього ж часу відноситься розробка конструкції закритого дискового гальма для військових машин. Дана галузь застосування конструкції гальма обмежується досить важкими і тихохідними машинами при невисокій інтенсивності руху.

Вперше колісні відкриті дискові гальмівні механізми почали встановлюватися на автомобілі Crossley в 1937 р., а до середини 60-х років вони вже застосовувалися на передніх колесах переважної більшості європейських моделей легкових автомобілів. До теперішнього часу відкриті дискові гальмівні механізми повністю витіснили барабанні на передніх колесах легкових автомобілів і продовжують витісняти їх на задніх.

До кінця 50-х років минулого сторіччя, удосконалюючи конструктивну безпеку автомобілів і функціональні можливості гальмівного управління, гальмівний привід був розділений на кілька контурів. Тоді ж були сформульовані основні вимоги до кількісного складу підсистем, що входять в гальмівне управління автомобіля – воно повинно було мати робочу гальмівну систему, стоянкову, аварійну та допоміжну.

Підвищуючи комфорт управління процесом гальмування в 90-х роках в гальмівний привід було введено пристрій Brake Assist (BAS), що у залежності від темпу натиснення на гальмівну педаль забезпечує швидке збільшення тиску в гальмівному приводі до максимального, скорочуючи гальмівний шлях на 1,5-2 %. Цей же пристрій забезпечує функцію (Hill Start Assist)

утримання автомобіля на ухилі при рушанні. Крім того, превентивна система безпеки Pre-Safe, працюючи з пристроєм BAS, при зменшенні відстані до автомобіля, що рухається попереду, попереджає водія та при загрозі зіткнення забезпечує гальмування з необхідним уповільненням. Одночасно система дає команду на натяг ременів безпеки, приведення положення сидінь, оптимальне з точки зору безпеки, зачиняє люк і бічне скло дверей. Прогнозується зниження небезпечних ситуацій з масовим впровадженням системи Pre-Safe з 44 до 11%.

Зростання середньої швидкості і подальша інтенсифікація дорожнього руху збільшили циклічність гальмувань, що підвищило вимоги до забезпечення стійкості автомобіля при гальмуванні. Ще в кінці 50-х – початку 60-х років в гальмівний привід почали встановлювати регулятори гальмівних сил (РГС), що частково вирішило проблему розподілу гальмівних сил між осями і, отже стійкості, залежно від завантаження автомобіля та інтенсивності гальмування.

У 1936 р. фахівці компанії Bosch отримали патент на «пристрій запобігання жорсткого гальмування колеса» – антиблокувальну систему (АБС). Встановивши працездатну механічну АБС в 1960 р. в гальмівне управління автомобілів Fergusson P99 і Ford Zodiac (США) конструктори спробували забезпечення стійкості автомобіля при гальмуванні на дорозі з низьким коефіцієнтом зчеплення коліс з опорною поверхнею. У 1970 р компанія Daimler-Benz вперше спробувала застосувати в приводі гальм АБС з електронним управлінням. Слід зазначити, що тільки в 1978 р компанія Bosch представила повністю придатну до використання електронну АБС, яку негайно впровадили Mercedes-Benz і BMW. Однак піонером масового впровадження стала Ford Motor Company, яка запропонувала АБС в стандартній комплектації в 1985 р. на автомобілях моделі Granada.

Масове застосування АБС на автомобілях дозволило вмонтувати в гальмівне управління такі підсистеми як: протибуксуючу систему (ASR - 1986) і систему курсової стійкості (ESP - 1995). Система ASR допомагає водієві керувати автомобілем при рушанні на дорозі з низьким коефіцієнтом зчеплення, коректуючи роботу двигуна, а система ESP запобігає заносу автомобіля при маневруванні, зменшуючи подачу палива в циліндри ДВС і створюючи стабілізуючий момент загальмовуванням одного або декількох коліс автомобіля. Слід зазначити, що в 2000 р. 50% легкових автомобілів, що випускалися в Європі, були обладнані АБС, а в 2007 р. вже більше 50% автомобілів, обладнаних АБС і ESP.

Система розподілу гальмівних зусиль EBD (Electronic Brakeforce Distribution) зробила гальмування ще більш ефективним. Вона включена в АБС і працюючи спільно з нею, на основі сигналів від колісних датчиків визначає, які колеса можуть забезпечити максимально ефективне гальмування, підвищуючи при цьому тиск у відповідній магістралі

гальмівного управління. Доповнивши гальмівне управління датчиками положення рульового колеса, конструктори отримали систему контролю процесом гальмування при русі автомобіля по криволінійній траєкторії (Cornering Brake Control), що дозволяє перерозподілити гальмівне зусилля на найбільш навантажені колеса. На деяких моделях автомобілів Mercedes з 2001 р. почали встановлювати систему Sensotronic Brake Control (SBC), що має управління по проводах (Brake-by-Wire with hydraulic back up), тобто відсутність механічного зв'язку між педалью управління і виконавчими пристроями і володіє функцією періодичного притиснення колодок до гальмівних дисків, що забезпечувало тим самим «просушку» мокрих пар тертя. Головна перевага електрогідравлічного приводу – висока швидкість наростання тиску у виконавчих механізмах. При екстреному гальмуванні зі швидкості 120 км/год гальмівний шлях скорочується на 3% порівняно з таким же автомобілем, обладнаним звичайним гальмівним приводом. У SBC зберігається і перевірений часом принцип розподілу гальмівних сил між передньою і задньою осями. При гальмуванні з невеликої швидкості SBC збільшує частку гальмівної сили, що припадає на задню ось, що дозволяє отримати рівномірний знос тертьових пар на обох осях. В даний час Bosch закінчує експериментальну перевірку електромеханічного гальмівного управління Elektromechanische Bremse (EMB), в якій немає гідравлічних вузлів. Гальмівні сили в EMB створюються за допомогою електромеханічних виконавчих пристроїв. Для реалізації такого гальмівного управління необхідна 42 В бортова електрична мережа.

Більш високий комфорт забезпечує також електричне стоянкове гальмо (EOB) – гальмівний механізм, що приводиться в дію за допомогою електромотора і тросових тяг. Фірма Continental Teves готує модернізацію стоянкової гальмівної системи шляхом застосування електрогідравлічного стоянкового гальма. У цьому випадку комбінований супорт колісного гальмівного механізму на задній осі має електромеханічне блокування. При включенні стоянкового гальма гідроагрегат створює в гальмівних механізмах тиск, який може підтримуватися навіть за відсутності електроживлення. Така система може допомагати водієві при рушанні на ухилі, русі автомобіля при відкритих дверях і т. д.

Сучасне розпізнавання перерахованими напівінтелектуальними системами умов роботи колеса автомобіля та швидка обробка виконавчими механізмами гальмівного управління керуючих сигналів мікропроцесора є оптимальним умовою забезпечення безпеки руху. На жаль ABS, ESP, EBD, SBC поки ще не навчилися визначати, що за покриття в даний момент знаходиться під колесом, хоча над цим інтенсивно працюють конструктори. Так наприклад, автомобіль Toyota Land Cruiser 200 вже отримав ABS, алгоритм роботи, якої вже може підлаштовуватися під реальний контакт колеса з опорною поверхнею. Правда вона це робить заздалегідь, на підставі

сигналу про прослизання коліс і прискорення автомобіля при розгоні. «Ідеальна» АБС повинна оцінювати зчеплення колеса з дорогою в момент гальмування і мати можливість змінити алгоритм управління. В даний час компанія Continental Teves розробила і практично реалізувала проект, що передбачає об'єднання всіх активних систем безпеки в єдину мережу Global Chassis Control (GCC). Замість численних незалежних одна від одної систем з власною інфраструктурою система GCC передбачає центральний управляючий процесор пов'язаний з напівінтелектуальними виконавчими ланками.

Висновки. Таким чином, теперішнє і майбутнє гальмівного управління автомобіля являє собою складну мехатрону систему, в яку входять необхідні сенсорні та електронні пристрої, програмне забезпечення та виконавчі механізми. Причому надалі все більше значення буде мати програмне забезпечення, яке може самостійно розробляти сценарії при небезпечних ситуаціях і негайно їх здійснювати. При впровадженні такої системи на автомобілі за водієм залишається функція.

Література

1. Бухарин Н. А. Тормозные системы автомобилей / Бухарин Н. А. – М.: Гос. научн.-техн. изд-во машиностроительной литературы, 1950. – 290 с.
2. Newcomb T. P. Stopping Revolutions: Developments in the Braking of Cars the Earliest Days / Newcomb T. P. – Proceeding Institution Mechanical Engineerings, 1961, v. 195, № 6, – p. 139-150.
3. The encyclopedia of classic cars: a celebration of the motor car from 1945 to 1985 / – London, 2008. – 285 pages.