

УДК 621.1

**Б. Кіндрацький**

Професор, д-р техн. наук

**О. Пелещин**

Студент

Національний університет  
«Львівська політехніка»,  
м. Львів

## **БУДОВА І ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО РОЗПОДІЛУ КРУТНОГО МОМЕНТУ У ПОВНОПРИВІДНИХ АВТОМОБІЛЯХ**

*Розглянуто конструкції систем розподілу крутного моменту між передньою і задньою осями повнопривідних автомобілів. Проаналізовано їхні експлуатаційні властивості.*

**повнопривідний автомобіль, крутний момент, експлуатаційна властивість**

**Вступ.** Сучасні автомобілі мають великий запас потужності і на старті, при різкому натисненні на педаль газу, сил зчеплення однієї пари коліс з дорожнім покриттям, як правило, не вистарчає — привідні колеса буксують. Розподіл тягового зусилля не на два, а на чотири колеса і можливість використовувати всю вагу автомобіля як зчипну зменшують вірогідність пробуксовування вдвічі. Повний привід забезпечує кращу керованість і курсову стійкість автомобіля, особливо на слизьких дорогах, дає змогу водієві впевненіше і швидше проїжджати повороти. Однак повнопривідна трансмісія потребує введення в конструкцію нових вузлів, що робить автомобіль важчим, підвищує рівень вібрацій і шуму. Ускладнення конструкції призводить до збільшення вартості повнопривідного автомобіля, витрат на його обслуговування та ремонт. За однакових інших умов повнопривідні автомобілі споживають більше пального, ніж їхні аналоги з приводом на одну вісь [1].

**Види і характеристика систем розподілу крутного моменту.** До найрозповсюдженіших систем розподілу крутного моменту між осями повнопривідного автомобіля належать такі системи [2 — 3]: 4Motion (Volkswagen), 4Matic (Mercedes), Quattro (Audi) та xDrive (BMW).

*Система повного приводу 4Motion.* Ця система належить до систем повного приводу, що вмикаються автома-

тично. У такій системі крутний момент двигуна розподіляється між осями в залежності від ситуації на дорозі. У системі повного приводу 4Motion застосовують багатодискову фрикційну муфту Haldex. Вона вмонтована в картер диференціала задньої осі і забезпечує керовану передачу крутного моменту від передньої до задньої осі автомобіля. Муфта Haldex має електронне керування, яке включає вхідні сенсори, блок керування і виконавчі пристрої. Вхідним сенсором системи керування є сенсор температури оливи. Блок керування перетворює вхідну інформацію в керуючу дію на виконавчий пристрій. Крім інформації від сенсора температури оливи електронний блок керування використовує інформацію від блока керування двигуном, блока керування ABS, яку отримує по CAN-шині. Виконавчим пристроєм системи керування є клапан керування, який регулює тиск стискання фрикційних дисків від 0 до 100 % від максимальної величини. Величина тиску визначається положенням клапана. Насос і аккумулятор тиску забезпечують підтримання тиску оливи у системі на рівні 3 МПа.

Робота системи 4Motion визначається алгоритмом роботи муфти Haldex. При русанні з місця і разгоні автомобіля клапан керування закритий, диски муфти максимально стиснуті. На задні колеса передається максималь-

ний крутний момент. Якщо рух розпочинається з пробуксовуванням обох передніх коліс, клапан керування закривається, фрикційні диски муфти стискаються — крутний момент повністю передається на задню вісь. При пробуксовуванні одного з передніх коліс в роботу системи на початку включається електронне блокування диференціала. При русі зі сталою швидкістю клапан відкривається, а диски стискаються залежно від умов руху. На задню вісь передається невелика частка крутного моменту, до 10%. Пробуксовування під час руху автомобіля визначається за даними сигналів від блока керування системи ABS. При цьому клапан відкривається залежно від умов руху (яка вісь і які колеса буксують). При гальмуванні клапан керування відкритий, фрикційні диски муфти повністю розтиснуті. Крутний момент на задню вісь не передається.

*Система повного приводу 4Matic.* Ця система розроблена фірмою Mercedes-Benz і встановлюється на деякі моделі легкових автомобілів. Трансмісію автомобілів з системою 4Matic поєднують тільки з автоматичною коробкою передач. Центральним конструктивним елементом системи 4Matic є роздавальна коробка, яка здійснює плавний розподіл крутного моменту на осі автомобіля. Передача крутного моменту відбувається так, що на передню вісь припадає 40 % його номінальної величини, а на задню вісь — 60% (на деяких моделях це співвідношення становить 45:55). У системі 4Matic не передбачено блокувань міжосьового і міжколісних диференціалів. Автоматичний контроль стійкості при русі автомобіля забезпечує система курсової стійкості, яка вмикає систему контролю сили тяги, антипробуксовувальну систему і антиблокувальну систему гальм.

*Система повного приводу Quattro.* Система повного приводу Quattro — це система постійного повного приводу, яка застосовується в більшості автомобілів Audi. Особливістю системи Quattro є позовжне розташування двигуна і елементів трансмісії. Для розподілу крутного моменту між осями залежно від моделі автомобіля у системі Quattro застосовують диференціали Torsen з самоблокуванням: симетричний (з можливістю перерозподілу крутного моменту на вісь з кращим зчепленням до 80%, несиметричний (з розподілом крутного моменту на осі у стандартному положенні 40:60 і з можливістю його перерозподілу на вісь з кращим зчепленням до 70% — на передню вісь і до 80% — на задню вісь), несиметричний з коронними шестернями (з розподілом крутного моменту на осі у стандартному положенні 40:60 і з можливістю його перерозподілу на вісь з кращим зчепленням до 70% — на передню вісь і до 85% — на задню вісь).

*Система повного приводу xDrive.* Ця система розроблена концерном BMW і належить до систем постійного повного приводу. Система забезпечує плавний, безперервний і змінний розподіл крутного моменту між передньою і задньою осями залежно від умов руху. Система xDrive у своїй основі використовує традиційну для BMW задньопривідну схему трансмісії. Розподіл крутного моменту між осями відбувається за допомогою роздавальної коробки, яка виконана у вигляді зубчастої передачі приводу передньої осі, керуваної фрикційною муфтою. Система xDrive інтегрована з системою динамічного контролю курсової стійкості (DSC). Крім електронного блокування

диференціала система об'єднує систему контролю тяги, систему допомоги при опусканні та ін. Взаємодія систем xDrive і DSC здійснюється за допомогою системи інтегрального керування ходовою частиною, яка також забезпечує зв'язок із системою активного керування.

У роботі системи повного приводу xDrive віділяють декілька характерних режимів, які визначаються алгоритмом спрацювання фрикційної муфти: рухання з місця; проходження поворотів з надлишковою поворотністю; проходження поворотів з недостатньою поворотністю; рух на слизькому покритті; паркування. При руханні з місця в нормальних умовах фрикційна муфта замкнута, крутний момент розподіляється між осями у співвідношенні 40:60, чим досягається максимальна тяга при разгоні. Досягнувши швидкості 20 км/год розподіл крутного моменту між осями відбувається залежно від дорожніх умов. При проходженні поворотів з надлишковою поворотністю фрикційна муфта замикається з більшою силою, а на передню вісь скеровується більший крутний момент. За потреби в роботу вмикається система DSC, яка стабілізує рух автомобіля підгальмуванням коліс. При проходженні поворотів з недостатньою поворотністю фрикційна муфта розмикається, а на задню вісь скеровується до 100% крутного моменту. За потреби вмикається система DSC. При рухові на слизькому покритті пробуксовування окремих коліс усувається за рахунок блокування фрикційної муфти і, при потребі, електронного міжколісного блокування системи DSC. Під час паркування фрикційна муфта повністю розмикається, автомобіль стає задньопривідним, чим досягається зниження навантажень у трансмісії і кермовому керуванні.

**Висновки.** Системи розподілу крутного моменту у повнопривідних автомобілях істотно відрізняються між собою за складністю, експлуатаційними властивостями і вартістю. Для прийняття рішення про доцільність застосування тієї чи іншої системи розподілу крутного моменту у повнопривідному автомобілі потрібно розробити моделі та методи багатокритеріального оцінювання ефективності таких систем залежно від умов їх експлуатації, класу автомобіля тощо, дослідити вплив конструктивних параметрів цих систем на ефективність розподілу моменту.

## Література

1. Бахмутов С.В., Гусаков Д. Н. Экспериментальная оценка влияния распределения мощности по осям полноприводного многоосного автомобиля на показатели управляемости и устойчивости // Изв. МГТУ «МАМИ». — 2007. — №2. — С. 14–19.
2. <http://www.off-road-drive.ru/>
3. <http://www.avco.ru/static/>

Отримана 14.08.10

*B. Kindratsky, O. Peleshchyshyn*  
**Structure and performance properties of torque automatic distribution systems in four-wheel drive vehicles**  
*National University «Lvivska Politechnika», Lviv*

*The construction of systems of distribution of torque between the front and rear axles wheel drive cars. Analyzed their performance characteristics.*