

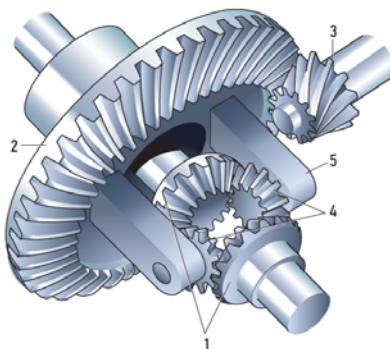
АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ДИФЕРЕНЦІАЛІВ І СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ НИМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЇ M₁

Дяченко Андрій Станіславович, ст. гр. АА-41
diachenko1266@gmail.com

Диференціал – це механізм трансмісії, що розподіляє підводимий до нього крутний момент між приводними валами і дозволяє колесам обертатися з різними кутовими швидкостями. Особливо це помітно, коли машина проходить поворот. Диференціал забезпечує безпечне і комфортне водіння на сухій дорозі з твердим покриттям. Однак якщо автомобіль покине її межі і продовжить рухатися по пересіченій місцевості, а також у разі ожеледі (і інших важких погодних умов) цей механізм може позбавити автомобіль можливості пересуватися. Про те, що таке диференціал, як він влаштований, в чому його шкода для позашляховиків і як з цим боротися – піде мова нижче.

При прямому русі, коли колеса рівномірно завантажені і мають рівну кутову швидкість – механізм працює як ланка передачі. Якщо умови руху змінюються (обертання, прослизання) – навантаження стає нерівномірним. У піввісі є необхідність обертатися з різними швидкостями, і внаслідок цього виникає необхідність розподілити результуючий обертальний момент між ними в певному співвідношенні. Потім вузол виконує другу важливу функцію: забезпечити безпечне маневрування автомобіля.

Диференціал на автомобілях з'явився не відразу. Конструктори перших «самохідних екіпажів» були дуже здивовані поганою маневреністю своїх винаходів. Обертання коліс з однаковою кутовою швидкістю під час проходження повороту призводило до того, що одне з них починало буксувати або, навпаки, повністю втрачало контакт з дорогою. Інженери згадали, що на ранніх прототипах перших автомобілів, що постачаються паровими двигунами, було пристрій, що дозволяло уникнути втрати керованості. Механізм розподілу крутного моменту винайшов француз Онесіфор Пеккер ще у 1825 році [1]. У пристрої Пеккер присутні вали і шестерні (схожі на вільний диференціал, рис. 1) [1].



1 – шестерні піввісі; 2 – ведена шестерня головної передачі; 3 – провідна шестерня головної передачі; 4 – сателіти; 5 – корпус.

Рисунок 1 – Вільний диференціал

Через них крутний момент від мотора надходив до провідних коліс. Але навіть після застосування винаходу Пеккера проблема пробуксовки коліс на поворотах не зважилася повністю. Виявилися недоліки системи. Наприклад, одне з коліс в якийсь момент втрачав зчеплення з дорогою. Найсильніше це проявлялося на зледенілих ділянках.

Пристрої використовуються для передачі крутного моменту ведучих коліс і ведучих мостів автомобіля. Грузові та легкові автомобілі всіх типів приводів мають міжколісний диференціал, який передає обертання коліс.

Міжосьовий диференціал, що розподіляє крутний момент між мостами, використовується виключно в автомобілях із повним приводом [4]. На сьогоднішній день робота диференціала в автомобілі полягає в наступному: крутний момент передається на карданний вал і шестерню, а звідти на корпус диференціала і дві передачі, які розводять його на поворотах. Кожна з зубчастих коліс має два варіанти положення, що дозволяє градації кутів повороту і кутових швидкостей коліс.

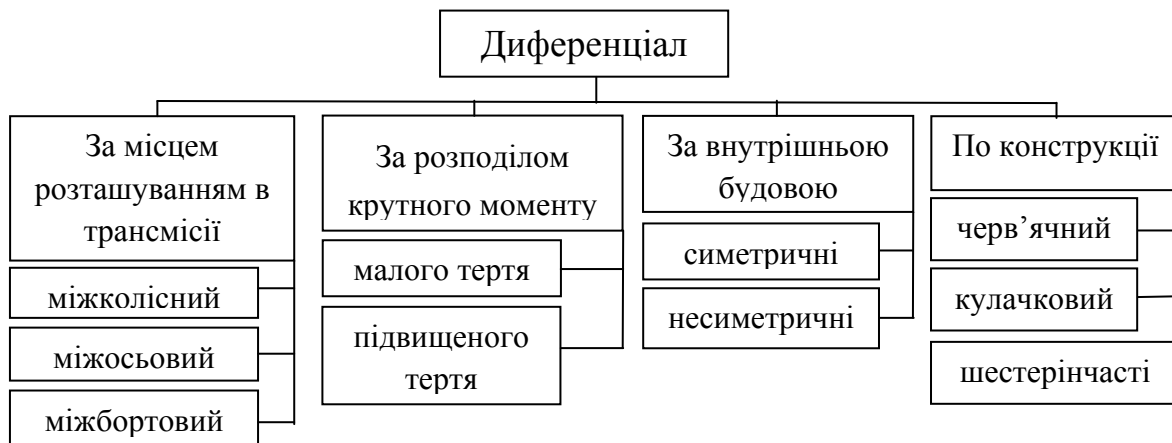


Рисунок 2 – Класифікація диференціалів.

Які бувають диференціали в автомобілі (класифікація наведена вище, рис. 2) ? Ділять їх по виду і ступеня блокування. Але що ж станеться, якщо автомобіль раптом одним колесом потрапить на слизьку поверхню? Найімовірніше він не зможе продовжувати рух і почне буксувати. Ось тут-то і прийде на допомогу додатковий пристрій під назвою "блокувальник диференціала" [3].

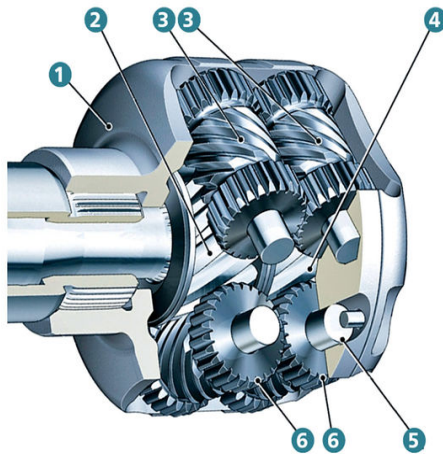
Як і будь-який інший механізм, кожен пристрій має якісь свої достоїнства і недоліки у кожного типу. Наприклад, повне блокування досить жорстко обходиться з гумою. І трансмісії дістається теж по повній. Щоб усунути недоліки вище зазначеного типу блокувальників, конструктори створили диференціал підвищеного тертя. Вони в свою чергу бувають циліндричні і дискові. Останні часто застосовуються в спортивних автомобілях. Для універсального використання, тобто і звичайна їзда, і спорт, був створений диференціал черв'ячного типу з преднатягом (рис. 3) [3].

Якщо порівнювати позитивні якості і негативні, то тут явна перевага в сторону позитивних:

- простота монтажу пристрою;
- нескладне обслуговування;
- блокування коліс в районі 70 відсотків від повного крутного моменту;
- відсутність необхідності заливати в коробку передач спеціальне масло;
- відсутність ривків в управлінні;
- підвищена керованість автомобілем;
- досить тривалий термін експлуатації.

Про мінуси відомо наступне:

- з часом преднатяг слабшає;
- необхідно проводити регулювання кожні 25-40000 кілометрів;
- без періодичних регулювань пристрій перейде в режим роботи вільного диференціала.



1 – корпус диференціала; 2 – ліва полуосева шестірня; 3 – пара черв'ячних сателітів; 4 – права полуосева шестерня; 5 – вісь сателіта; 6 – прямозубі шестірні взаємного зачеплення сателітів.

Рисунок 3. Черв'ячний диференціал

Ручна (примусова) блокування

Як це помітно з назви, дане блокування включається в ручному режимі безпосередньо водієм. Він натискає кнопку або важіль усередині салону. Такий тип блокування просто ідеальний для всілякого роду позашляховиків, широко представлених в Російській Федерації [4]. Прекрасний ефект від диференціала, встановленого на задній привід. Це підвищить прохідність транспортного засобу. Перераховані варіанти ручного блокування впораються з багатьма завданнями на ґрунті і в горах. На трасі такий тип диференціала марний.

Два типу примусового блокування диференціала

В сучасних транспортних засобах використовується як ручний, так електронний варіант блокування диференціала. У кожного з них є свої переваги. Ручна блокування диференціального механізму здійснюється

безпосередньо з салону авто. За командою водія ступор обертаються шестерні і колеса починають рухатися в одному темпі. Такий тип застосуємо перед подоланням різного роду дорожніх перешкод у вигляді глибокого снігу, бруду, ям або гірок. Після проходження складних ділянок можна проводити розблокування.

Традиційно ручна блокування диференціального пристрою застосовується на усюдихідних транспортних засобах і позашляховиках. Якщо автомобіль оснащений новою системою TRC [3], то автоматика сама виробляє електронне блокування. У тому випадку, якщо одне з провідних коліс починає буксувати, то воно буде злегка пригальмовувати гальмом автомобіля. Зручність такого типу незаперечно, проте не завжди блокування буде включатися в потрібний момент.

Види сучасних диференціалів Quaife (Квайф) [2]

Це одне з найбільш конструктивно простих пристроїв, яке складено з планетарного редукторного механізму (в плоскому виконанні) і схеми з парними сателітами, які при роботі зчіплюються між собою. Використовується косо зубне зчеплення, яке під великим навантаженням видає осьові потужності і передає їх на пари сателітів. Завдяки додатковому обертанню потрібного ряду сателітів при поворотах або пробуксовці на слизькій поверхні вдається досягти гальмування одного колеса і надати енергію іншому.

Диференціал Quaife [2] має на увазі використання відразу п'яти пар сателітів для максимальної надійності зчеплення косих зубів між собою. Це, з одного боку, дозволяє ефективно використовувати механізм в найскладніших дорожніх умовах, а з іншого боку, говорить про те, що з часом буде спостерігатися великий знос всієї конструкції в цілому.

Тип диференціального механізму Quaife був запатентований ще в 1965 році [2]. Сьогодні він переважно використовується в гоночних або спортивних автомобілях, а також деяких моделях передньопривідних машин.

Torsen (Торсен) [2]

Це досить старий вид черв'ячного диференціального пристрою, він був винайдений ще в 1950-х роках [2]. На сьогоднішній день автовиробники використовують 3 вдосконалені різновиди диференціала Torsen [2], проте всі вони мають приблизно однаковий принцип роботи. Шестерні, які розташовані на провідних півосях, утворюють так звану червячну пару з сателітами. При цьому, що важливо, на кожній півосі розташовуються свої сателіти, які парами зчіплюються в деяких положеннях з сателітами інший півосі. При русі вперед по прямій червячні пари знаходяться в зупиненому стані, а при русі в повороті вони обертаються. Черговий проворот по осі забезпечує зміна кута колеса при поворотах і розворотах.

Диференціал Torsen вважається найпотужнішим і зносостійким, він працює при максимальному навантаженні і співвідношеннях крутного моменту.

Механізм з дисковою блокуванням [2]

Цей вид диференціального пристрою складається з симетричного планетарного редукторного механізму, який закріплений на шестерінках конічної форми. Шестерні мають дві маленькі муфти тієї ж форми і два диска. Частково диски можуть чіплятися за саму чашку диференціала, а частково - стикатися зі зчепленням, яке працює при впливі відомою шестерні. Суть блокування диференціала полягає в тому, що при зростанні механічної сили на шестерні з'являються вторинні осьові потужності. Додаткові сили прагнуть роз'єднати стики між шестернями. У той момент, коли їм це вдається, вирівнюється швидкість кожного з коліс в зв'язку з тим, що кутові швидкості набувають одне і те ж значення.

Диференціал з дисковою блокуванням з'явився ще в кінці 1930-х років, однак після значної модернізації використовується і сьогодні – зазвичай на позашляховиках і спорткарах.

Віскомуфта (вязкісна муфта) [2]

Диференціал конструктивно має на одній з провідних піввісь ємність, наповнену в'язкою рідиною. У ній знаходяться 2 дискових блоку, перший з яких з'єднаний з ротором, а другий – з іншого напівосьової (рисунок 4). Відповідно, чим більше буде різниця в наборі швидкості між колесами, тим більше буде ставати різниця і в швидкості рухах блоків дисків. Через обертання в'язкість рідини збільшується. Це найпростіша і в той же час бюджетна конструкція диференціального пристрою. За оцінками фахівців пристрій переважно встановлюється на міські паркетники, так як в умовах бездоріжжя віскомуфта не може забезпечити необхідну керованість і прохідність.

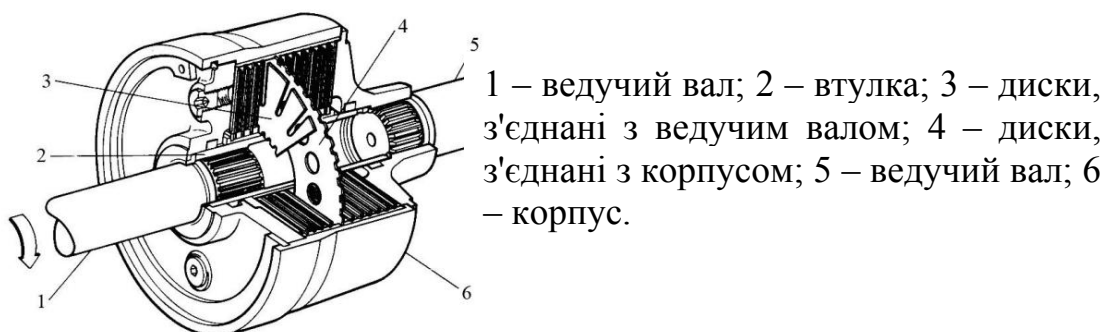


Рисунок 4. Віскомуфта

Висновок

В конструкції сучасних автомобілів присутні ряд вузлів і агрегатів, які являються обов'язковими для всіх марок, моделей, видів та типів. До таких агрегатів відноситься і диференціал. Він повинен забезпечувати безпечно і комфортне керування транспортним засобом, це може бути досягнуто за рахунок досвіду водія та від виду диференціала який застосовується.

На мою думку таким агрегатом є диференціал черв'ячного типу з преднатягом, так як він призначений для універсального використання, тобто і звичайна їзда, і для водіїв, які люблять спортивну манеру їзди. Звичайно цей диференціал не омине водіїв котрі люблять на вихідних виїхати за місто на природу або на дачу за своїми справами, де присутне легке бездоріжжя.

Література

1. Проектирование трансмиссий: Справочник А.И. Гришкевич. – М.: Машиностроение, 1984, –272 с.
2. Форум: Как работает дифференциал. Режим доступа: <https://ustroistvo-avtomobilya.ru>
3. Форум: Блокировка дифференциала. Термины, типы, технические характеристики. Режим доступа: <https://car.ru>
4. В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин Автомобиль: анализ конструкций элементы расчета. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.

Науковий консультант: *Рижих Л.О., к.т.н. професор каф. автомобілів*