

3.https://www.researchgate.net/publication/376159362_Effects_of_using_a_novel_fuel_vaporizer_on_partially_premixed_charge_compression_ignition_PPCCI_engine_emissions_performance_and_combustion_characteristics

Науковий консультант Корогодський В.А., професор кафедри двигунів внутрішнього згорання, д-р техн. Наук.

Аршинніков Богдан Вячеславович, ст. гр. АА-41-20

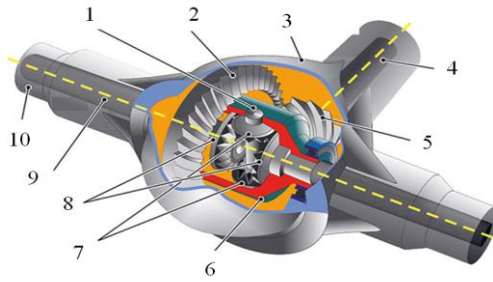
b.arshynnikov@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ГОЛОВНОЇ ПЕРЕДАЧІ АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ M₁

Важливість дослідження принципів роботи, варіантів конструкцій та будови головних передач автомобілів полягає в тому, що на сьогоднішній день даний вузол залишається невід'ємним елементом трансмісії майже будь-якого транспортного засобу, незалежно від типу його двигуна чи коробки передач, адже завжди існує потреба в належній передачі крутного моменту від передуючих вузлів трансмісії на ведучу пару коліс. Крім цього, від того, як влаштована головна передача, напряду залежать тягово-швидкісні характеристики автомобіля та його паливна економічність.

Головна передача (ГП), яка за конструкцією є зубчастим редуктором постійного зачеплення, що складається з ведучої шестерні та веденого колеса різних діаметрів (рис.1), призначена для реалізації двох основних функцій. Перша з них пов'язана з тим, що діапазон частот обертання валу автомобільного двигуна (від мінімально стійкої до частоти обертання, що відповідає максимальній потужності двигуна) складає кілька тисяч обертів за хвилину, що в декілька разів перевищує діапазон частот обертання ведучих коліс. А встановивши між двигуном та двигителем певний редуктор, а саме головну передачу, можна отримати як належне узгодження цих величин, так і підвищення крутного моменту, що підводиться до ведучих коліс, забезпечивши таким чином необхідні тягові та паливно-економічні властивості автомобіля. Друга функція ГП полягає в зміні напрямку вектора крутного моменту відповідно до компоновальної схеми автомобіля та розподілі цього моменту між ведучими колесами. Тобто у випадку, коли вісь валу двигуна паралельна поздовжній осі автомобіля, вектор моменту має бути повернутий на 90°, а далі, відповідно, завдяки вбудованому у вузол механізму диференціалу відбувається спрямування тягового зусилля на піввісі, які в свою чергу передають його на колеса автомобіля.



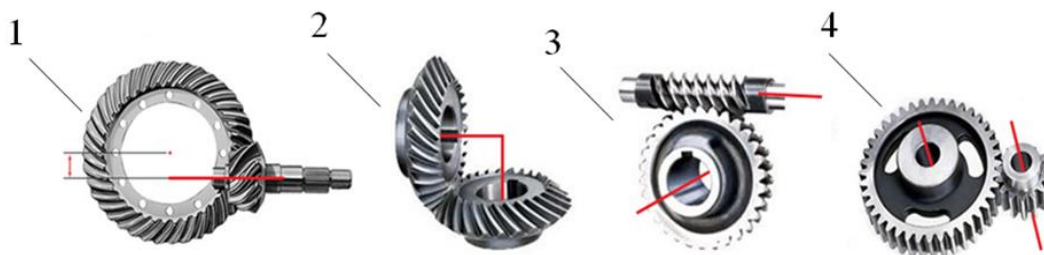
1 – вісь сателітів; 2 – ведене колесо; 3 – картер головної передачі;
 4 – вал шестерні; 5 – ведуча шестерня; 6 – корпус диференціалу;
 7 – сателіти; 8 – півосьові шестерні; 9 – піввісь; 10 – кожух півосі.

Рисунок 1 – Загальна будова головної передачі

Один з найсуттєвіших параметрів головної передачі – передавальне число. Його значення залежить від типу і призначення автомобіля, потужності і швидкості двигуна. Зазвичай воно складає від 3,5 до 5,5 у легкових автомобілів та від 6,5 до 9,0 у вантажних. Варто згадати про те, що передавальне число ГП підбирають таким чином, що в результаті отримуються найбільш оптимальні значення по величинах максимального крутного моменту та частоти обертання ведучих коліс для конкретного автомобіля. Загальновідомо, що застосовуються різні типи головних передач для різних видів автомобілів.

Головна передача є одним з найбільш навантажених агрегатів автомобіля, так як є кінцевим вузлом трансмісії. У зв'язку з цим до неї висувається низка вимог, серед яких: забезпечення оптимальних тягово-швидкісних і паливно-економічних характеристик автомобіля при відповідному виборі передавальних чисел; високий коефіцієнт корисної дії (ККД) у широкому діапазоні швидкісних, навантажувальних і теплових режимах роботи; бажані масогабаритні показники; плавність та безшумність роботи; мінімальні розміри по висоті задля якомога більшого дорожнього просвіту; висока надійність (безвідмовність, довговічність та ремонтпридатність) [6].

Одинарні головні передачі складаються з однієї пари шестерень (з малої та великої конічних). Для безшумної і плавної роботи в них застосовуються спіральні зуби шестерень. До них належать такі основні види ГП: циліндрична, конічна, гіпоїдна, черв'ячна (рис.2).



1 – гіпоїдна передача; 2 – конічна; 3 – черв'ячна; 4 – циліндрична.

Рисунок 2 – Основні типи ГП

Циліндрична головна передача зазвичай застосовується в передньопривідних легкових автомобілях і розміщується в загальному картері з коробкою передач і

зчепленням. Її передавальне число може бути від 3,5 до 4,2, а шестерні прямозубими, косозубими або шевронними. Має високий ККД – не менше 0,98, але даний тип передачі зменшує дорожній просвіт і є більш шумним.

Конічну головну передачу застосовують на легкових і вантажних автомобілях малої та середньої вантажопідйомності. Осі шестерень в такій передачі лежать в одній площині і перетинаються, а самі шестерні мають спіральні зуби. Редуктор має підвищену міцність зубів, відносно невеликі габарити і робить можливим зниження центру ваги автомобіля. Значення передавальних чисел таких передач знаходяться в межах від 3,5 до 4,5 (у легкових авто).

Гіпоїдна головна передача досить широко застосовується на легкових і вантажних автомобілях. Її особливість в тому, що осі її ведучої та веденої шестерень перехреснюються, а не лежать в одній площині і перетинаються, як це має місце у випадку передачі конічного типу. Дана передача може мати верхнє або нижнє гіпоїдне зміщення. Гіпоїдна ГП, що має верхнє зміщення, знайшла своє застосування на багатовісних автомобілях, так як в цьому випадку вал ведучої шестерні повинен бути прохідним. Також вона може бути встановлена і на передньопривідних автомобілях, але тут це зумовлено певними умовами компоновання. У свою чергу гіпоїдна передача з нижнім гіпоїдним зміщенням надає можливість нижче розташувати карданну передачу. А таке рішення дозволяє знизити центр тяжіння автомобіля, підвищивши його стійкість. У порівнянні з іншими гіпоїдна передача є більш міцною і довговічною, менш шумна, має високу плавність зачеплення. Крім того, вона також сприяє більш зручній компоновці приводу. Однак гіпоїдна ГП вимагає високої точності виготовлення, складання та регулювання. Також, у зв'язку з підвищеним коефіцієнтом ковзання зубів шестерень з нею обов'язково використовують спеціальні мастила з різними присадками, що утворюють на зубах шестерень міцну масляну плівку. Серед недоліків: підвищений нагрів в процесі роботи через тертя та наявність осьових навантажень на ведучий вал.

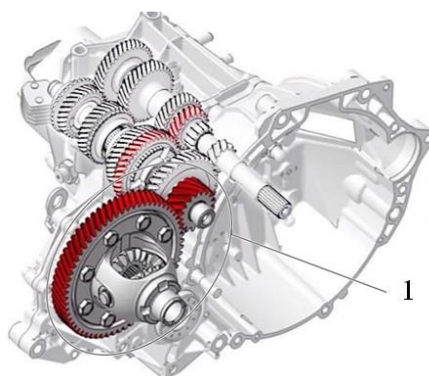
Черв'ячна головна передача може виконуватись з верхнім або нижнім розташуванням черв'яка щодо черв'ячної шестерні. Наразі застосовується рідко, найчастіше – на деяких багатовісних багатопривідних автомобілях. Її передавальне число становить від 4 до 5. Має певні переваги, такі як: незначні габарити, плавне зачеплення і мінімальні динамічні навантаження. Проте вона є трудомісткою у виготовленні та дорогою по використанню матеріалів. Крім того, вона має нижчий ККД, що лежить в межах 0,9...0,92.

Подвійні головні передачі особливі тим, що у своїй будові мають дві зубчасті пари. А саме, вони часто являють собою пару конічних шестерень зі спіральними зубами і пару циліндричних шестерень з прямими або косими зубами. Присутність саме циліндричної пари дозволяє збільшити передавальне число ГП, підвищити міцність і довговічність конічної пари. Даний механізм встановлюють на вантажних автомобілях середньої й великої вантажопідйомності, а також на повнопривідних тривісних автомобілях і автобусах. Його застосування дозволяє вирішити важливу задачу – збільшення передавального числа трансмісії для забезпечення передачі крутного моменту дуже значних величин. Виконання головної передачі у вигляді двох частин

дозволяє зменшити габарити середньої частини мосту, а також зменшити навантаження на піввісь та деталі диференціалу. Як і будь-яке рішення, рознесена передача має певні недоліки, серед яких складність будови, коштовність у виготовленні, більш складне обслуговування.

Варто зазначити, що зміна робочих параметрів редуктора ГП є одним з основних видів так званого тюнінгу трансмісії. Наприклад, за рахунок установки шестерень зі зміненим передавальним числом можна істотно вплинути на динаміку авто, максимальну швидкість, витрату палива, навантаження на коробку передач (КП) і силовий агрегат. Крім того, за рахунок підвищення якості виготовлення зубів, жорсткості деталей, використання підшипників кочення досягають кращих значень ККД головної передачі. У випадку з легковими автомобілями також часто турбуються про суттєве скорочення шуму та вібрацій під час роботи редукторів головних передач. Цього можна досягти шляхом належного змащування зубів, покращення точності зачеплення, збільшення діаметрів валів, підвищення жорсткості окремих частин [2].

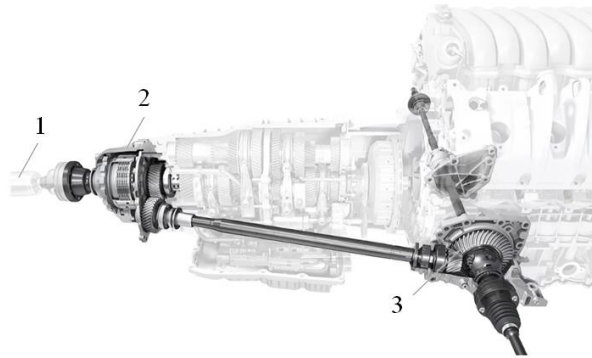
Як відомо, від конструктивних особливостей самого автомобіля залежить те, як влаштована головна передача. Одна з основних відмінностей – в розміщенні агрегата. Передача може бути або окремим вузлом, що встановлений у власному картері, як це зазвичай у задньопривідних моделей, або входити до конструкції коробки КП (рис.3), що характерно для авто з переднім приводом (той випадок, коли вихідний вал КП і приводні вали коліс розташовані паралельно).



1 – вузол головної передачі;

Рисунок 3 – Циліндрична головна передача з диференціалом, виконана в одному корпусі з 2-х вальною коробкою передач

У випадку автомобілів з повним приводом, можуть мати місце різні компоновки. Якщо в такому автомобілі силова установка має поперечне розміщення, то головна передача передньої осі входить до устрою коробки передач, а задньої – знаходиться в окремому картері. Тоді як у автомобіля, що має поздовжнє компонування, головні передачі на обох осях відокремлені від КП і роздавальної коробки (рис.4).



1 – привід задньої осі; 2 – роздавальна коробка; 3 – головна передача передньої осі.

Рисунок 4 – Частина головного приводу автомобіля Audi (при поздовжньому розташуванні двигуна).

Незважаючи на різні типи і розташування, призначення головної передачі залишається незмінним [5].

При огляді та аналізі головних передач автомобілів обов'язково варто звернути увагу на способи виконання та важливі особливості будови цього агрегату, що мають місце у сучасних автомобілях. Особливо вагоме місце серед них займає функція блокування диференціалу. Блокування диференціалу є додатковим конструктивним рішенням, що дозволяє компенсувати його основні недоліки. Справа в тому, що завдяки диференціалу при русі по сухій та рівній дорозі автомобіль здатен безпечно маневрувати та бути комфортним, тоді як в умовах бездоріжжя чи слизької поверхні диференціал іноді може зовсім позбавити автомобіль можливості руху. Варто нагадати, що диференціал слугує для розподілу крутного моменту, що йде від головної передачі, між півосями ведучих колес. Цей крутний момент має постійне значення, але співвідношення його величини на ведучих колесах в певних ситуаціях має різнитися. Для досягнення перерозподілу крутного моменту диференціалом на користь коліс з кращим зчепленням були створені різні способи блокування диференціалу (часткове чи повне блокування, ручне чи автоматичне). Про деякі з них йтиметься нижче.

Один з хороших прикладів – це активний диференціал. Тоді як звичайні вузли мають пропорційний розподіл обертання, активний диференціал здатний підкоректувати ці пропорції. Принцип його роботи полягає в наступному – при проходженні повороту швидкість обертання на зовнішньому колесі штучно робиться більшою, ніж її може забезпечити диференціал, і таким чином відбувається ефект підрулювання, що дозволяє автомобілю краще увійти в поворот, зокрема на високих швидкостях. Реалізується це шляхом встановлення додаткових планетарних редукторів на півосі, які спрацьовують у потрібний момент завдяки встановленим на них муфтам з електроприводом. Втім, дане рішення має і певні недоліки: подібні системи мають значну вагу, є досить складними та дорогими [4].

Ще одним поширеним та важливим способом керування роботою диференціалу є управління з допомогою електронних систем контролю гальмівних зусиль. Електронні системи контролю за рухом автомобіля в теперішній час знаходять

все більше і більше поширення в автомобільній індустрії. Так, наприклад, вже починаючи з кінця 1980-х років деякі передові моделі відомих виробників почали оснащуватись системами контролю тяги та зчеплення коліс, відомими як Traction Control. Сутність роботи такої системи нескладна – датчики обертання, встановлені на підконтрольних колесах, фіксують початок пробуксовування одного колеса осі відносно іншого, і тоді система автоматично пригальмовує колесо, що забуксовало, таким чином збільшуючи на нього навантаження і змушуючи диференціал еквівалентно збільшити крутний момент на колесі з кращим зчепленням з дорогою. За сильного пробуксовування система також здатна обмежувати подачу палива в циліндри двигуна. Робота такої системи досить ефективна, особливо на задньопривідних автомобілях. Зазвичай, таку систему можна примусово деактивувати кнопкою на панелі приладів. З часом, дані системи почали встановлюватись на повнопривідні автомобілі та позашляховики, причому в деяких випадках вони є єдиним засобом контролю тяги та перерозподілу крутного моменту між осями та колесами. У випадку, якщо позашляховик оснащений більш серйозними засобами розподілу крутного моменту (самоблокуючими диференціалами, жорсткими блокуваннями), то електронна система контролю гальмівних зусиль дуже вдало їх доповнює. Яскравий приклад – гарна керованість та прохідність одного з останніх поколінь позашляховиків від Toyota (4Runner, Prado, Lexus GX470). Будучи представниками однієї платформи, вони володіють міжосьовим диференціалом Torsen T-3 з можливістю жорсткого блокування, а також електронною системою контролю гальмівних зусиль і тяги з багатьма функціями, що допомагають водію керувати автомобілем [3].

Отже, блокування диференціалу – вкрай важлива функція, яка забезпечує безпеку руху та покращує керованість автомобіля в критичних ситуаціях.

В загальному сенсі, наразі найбільш доцільними і поширеними рішеннями для легкових автомобілів і не тільки є застосування гіпоїдних та циліндричних головних передач з похилим зубом, у зв'язку з тим, що вони цілком або в достатній мірі задовольняють основним вимогам, таким як, наприклад, силова здатність, плавність передачі моменту та незначна шумність, що робить досвід керування автомобілем більш ефективним та комфортним. Звичайно, ідеального варіанту не існує, тому конструктори при виборі типу головної передачі вдаються до пошуку компромісів. Відмовитись від використання головної передачі в конструкції трансмісії поки не виходить, а це означає, що напрацювання в цій сфері в основному спрямовані саме на підвищення експлуатаційних показників.

Література

1. <https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil24-golovna-peredacha-i-dyferencial>
2. https://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_vcheniy_secretar/%D0%90%D0%92%D0%A2%D0%9E%D0%9C%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%9D%D0%A1%D0%9F/%D0%90%D0%A2/R_golovna_peredacha.pdf

3. <https://blokirovka.ua/product/vidy-differencialov-ot-4runnersovintel>
4. <http://autoleek.ua/transmissija/differencialy-i-mufty/differencial-raspredelyaem-krutyashhij-moment.html>
5. <https://yak-zrobyty.in.ua/shho-take-golovna-peredacha-v-avtomobili>
6. <https://studfile.net/preview/8892233/page:6/>

Науковий консультант: доцент кафедри автомобілів імені А.Б. Гредескула, кандидат технічних наук Дон Є.Ю.

Будник Артем Романович, група АА-41-20

qrteleo@gmail.com

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ ГОЛОВНОГО СВІТЛА ФАР АВТОМОБІЛІВ КАТЕГОРІЇ М₁

Автомобільні фари, як невід’ємна частина автомобіля, були розроблені дуже давно і мають багатий історичний шлях розвитку. Вони є не лише засобом освітлення доріг, але й важливим аспектом безпеки та дизайну автомобільної індустрії. Відомо, що перші автомобілі були оснащені лампами на палеві, які допомагали водіям освітлювати шлях уночі. З того часу фари пройшли довгий шлях в своїй еволюції, змінюючись від ламп на палеві до електричних ламп на основі розжарювання і, нарешті, до сучасних світлодіодних систем головного світла світло-техніки транспортних засобів.

Сьогодні під час проектування та фактичного виробництва транспортних засобів застосовуються конструктивні рішення за різноманітними типами автомобільних фар» за конструкцією оптичної частини (відбивні, рефлекторні, лінзовані, матричні та комбіновані) та використання самого випромінювача світла, таких як галогенові, ксенонові, світлодіодні. Кожен тип має свої переваги і особливості експлуатації, що впливають на освітленість частини дорожнього полотна, розширення зон видимості на дорозі та комфорт сприйняття світлового потоку водіями.

Однак, самим передовим типом фар є матричні фари. Вони використовують сучасні технології керування світлодіодами, щоб забезпечити максимальну видимість та безпеку на дорозі, з використанням мінімальної сили струму та потужності світлового елемента із світловим потоком приближеним до денного світла. За своїм функціоналом матричні фари можуть розділяти випромінюєме світло на різні сегменти, регулювати інтенсивність та напрямок освітлення, що дозволяє водіям більш точно контролювати освітлення частин доріг і уникати засліплення інших учасників дорожнього руху.

Матрична фара має кілька варіантів роботи, залежно від зовнішньої інтенсивності освітлення, експлуатаційних факторів та режиму експлуатації транспортного засобу. Конструктивно світлодіодна матриця такої фари має 25 світлодіодів, по п’ять у кожній секції матриці, кожна з секцій регулюється за рівнем інтенсивності освітлення за спеціальними датчиками та має окрему