

АТОМОБІЛЬ КАТЕГОРІЇ М1, РОЗРОБКА ТРАНСМІСІЇ І КП ДЛЯ ЕЛЕКТРОМОБІЛІВ

Бурим Сергей Александрович, ст.гр. АА-41-14,

puma.tutsir1@gmail.com

Навіщо у ДВС більше ніж одна передача? Пов'язано це з тим, що зв'язок між крутним моментом, що видаються двигуном, і швидкістю обертання його вала у ДВС - нелінійна. Максимальне зусилля двигун розвиває в досить вузькому діапазоні оборотів, ні на самих мінімальних, ні на самих максимальних.

Роз'єднувати двигун і силову передачу потрібно практично при кожній зміні режиму руху, так як робочий цикл в циліндрах розраховується на режим максимального ККД при середніх оборотах і максимальної потужності на високих - так автомобіль має максимальну динамічність. Перехідні режими з розривом циклу для ДВС небажані - виникає детонація в циліндрах. Обороти ж бажано тримати в робочому діапазоні, близькому до режиму максимального ККД - для економічності. Тому при зміні режиму руху зчеплення від'єднує ДВС від силової передачі, потім коробка передач переводить набір шестерен в стан, коли їх кутові швидкості відповідають обраному передавальному числу (за цей процес відповідають синхронізатори). Після вирівнювання швидкостей шестерінки пригальмовуються фрикціями або кулачками (в секвентальних системах), і без удару входять в зачеплення. Коли процес перемикання закінчений, зчеплення знову плавно навантажує двигун моментом опору від коліс, переводячи коливання і надлишок енергії в тепло тертям фрикційних дисків.[2]

Однак електричний двигун влаштований інакше. У нього крутний момент залежить від обертів. Інакше: на будь-якій швидкості обертання, від мінімальної до максимальної, електродвигун віддає одну і ту ж потужність і "крутний момент". Тобто при використанні електродвигуна можна відмовитися від коробки передач.

Але на електромобілях всеодно використовуються коробки перемикання передач, приблизно такі ж, як на автомобілях з ДВС. Це обумовлено тим що електродвигун не в змозі повністю перекрити весь діапазон змін умов руху. Аналізуючи літературу видно що різні виробники

використовують як силовий елемент електродвигуни різних конструкцій. Це пояснюється наступними причинами. Двигун змінного струму зазвичай має ККД не менше 80% в діапазоні 2000 - 12000 об / хв, двигун постійного струму з послідовним збудженням - 70% в діапазоні 2000 - 5000 об / хв. Безколекторний двигун постійного струму має ККД більше 85% в діапазоні 3000 - 8000 об / хв.[1]. Більшість конструкцій електродвигунів мають постійний момент на валу в діапазоні від 0 до 4000 - 5000 об / хв, при більш високих оборотах момент падає.[1]

Наведені приклади показують, що для ефективної роботи електродвигун повинен мати частоту обертання не менше 2000 – 3000 об/хв., з іншого боку, колесо автомобіля на швидкості 105 км / год робить тільки 500 оборотів в хвилину. Ось чому, незважаючи на електронне керування приводом, більшість електромобілів мають механічні коробки перемикачів передач з діапазоном передавальних чисел 4: 1 - 8: 1.

В електромобілях з КП використовується звичайна автомобільна технологія, коли ведучи колеса з'єднуються з валом двигуна через диференціал і механічну або автоматичну коробку передач. На багатьох електромобілях, перероблених із звичайних автомобілів, замість ДВС встановлюється електродвигун, коробка передач при цьому не змінюється. Проте коробки передач з декількома передачами встановлюються і на конструктивних (не перероблених) електромобілях. Наприклад, електромобіль Fiat Panda Electric з двигуном 9,2 кВт має ручну коробку передач з чотирма передніми і однією задньою швидкостями [1]. КП з декількома передачами встановлюються спільно з електродвигунами постійного струму з послідовним збудженням, що мають задовільний ККД у відносно вузькому діапазоні оборотів. Коробка перемикачів передач в цьому випадку дозволяє краще узгодити характеристики електродвигуна з дорожніми умовами.

Відома безступінчата трансмісія електромобіля фірми "Гаррет" (США), що включає в себе маховики, генератор і електродвигун, пов'язані між собою диференціальною передачею, причому маховик з'єднаний з сонячною шестернею, генератор - з епіциклом, а електродвигун і привід на колеса автомобіля - з водилом. (рис. 1)[3]

Пристрій представлений на рисунку, на якому зображено його принципова схема.

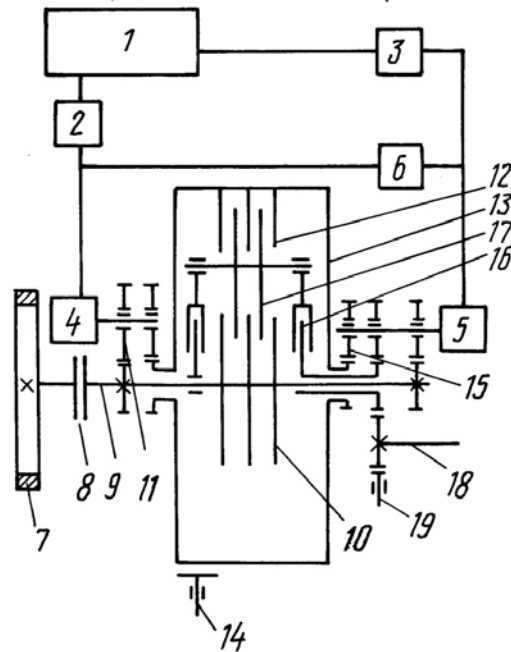


Рисунок 1 - безступінчата трансмісія електромобіля фірми "Гаррет".

1 - джерело струму, 2,3,6 – перетворювачі, 4 – 5 – електродвигуни, 7 – маховик, 8 – муфта, 9 – вал, 10,12 - центральні фрикціони дисків, 11 - вал шестерень, 13 – обойма, 14 – гальмо, 15 – шестерня, 16 – водило, 17 - фрикціонні диски, 18 - вихідний вал, 19 – гальмо.

Робота пристрою відбувається наступним чином. Для розгону маховика 7 перед рухом електромобіля вал 18 ставиться на гальмо 19, електродвигун 4, самостійно або разом з електродвигуном 5, з'єднуються з обоймою 13, муфта 8 включається і при нерухомому водилі 16 через варіатор з максимальним діапазоном передаточного відношення (при нерухомому валі) маховик 7 розганяється. Для вільного вибігу маховика 7 муфту 8 можна вимкнути. Розгін електромобіля можна робити різними методами: при початку руху з місця маховиком 7, при включеній муфті 8 з електродвигуна 4 в генераторному режимі, з'єднаної з обоймою 13 і передає вироблену енергію електродвигуну 5 працюючому в режимі двигуна, з'єднаного з водилом 16, а відповідно і з вихідним валом 18 і валом привода ведучих коліс. Для розгону при маневрі (обгоні) на високій швидкості, коли зміна швидкості невелика, а потужність необхідна максимальна - електродвигуни 4 і 5 з'єднані як і маховик 7 з валом 9 при загальмованій обоймі 13 гальмом 14; ККД варіатора

при цьому максимальний, хоча і діапазон регулювання вузький. Рух електромобіля може здійснюватися тільки від маховика 7 з розгоном його електродвигун 4, з'єднаним з валом 9; при цьому струмове навантаження на джерело 1 мінімальне. Можливий рух при малих швидкостях і з видаленим маховиком 7 одними електродвигунами 4 і 5, або одним з них, з'єднаним з валом 9 через варіатор, або для максимального ККД, минаючи варіатор, підключенням електродвигуна 5 до водила 16, і безпосередньо до вихідного валу 18. Рекуперативне гальмування найдоцільніше здійснювати від вала 18 на маховик 7 через варіатор і муфту 8 при загальмованою обоймі 13; так ККД процесу рекуперації максимальний. Рух же на спусках, де ємності маховика 7 може і не вистачити, здійснюється з підключенням електродвигуна 5 в генераторному режимі до водила 16 з віддачею енергії в джерело струму, якщо це акумулятори, або в реостати. Робота пристрою відбувається аналогічно, але з незначними змінами в передавальних числах, якщо маховик 7 приєднувати до обойми 13, гальмо 14 до валу 9, а електромашин 4 приєднувати до центральних дисків з заміною однієї їх групи на іншу, тобто, наприклад, дисків з внутрішнім контактом на диски з зовнішнім контактом, що підсумовують властивості планетарного варіатора при цьому зберігаються.[4]

Перетворювачі 2, 3 і 6 відрегульовані з урахуванням роботи електродвигуна в режимі їх з'єднання з елементами варіатора з змінним передавальним числом, що може відбуватися за допомогою блока керування, в котрому закладена залежність зміни передавальних чисел між елементами варіатора в залежності від положення важеля керування, що змінює передавальне число по бажанням водія.

У частині суттєвості відмінностей пропонованого технічного рішення від прототипу слід зазначити, що використання планетарного варіатора для зв'язку електромашини, маховика, гальма і до валу приводу ведучих коліс, не еквівалентне простої заміні механічної передачі з фіксованим передавальним числом на безступінчасту передачу (наприклад, редуктор на варіатор). Використання безступінчастої передачі замість редуктора забезпечує діапазон плавної зміни передавальних чисел замість одного фіксованого передавального числа між двома валами. Планетарний же варіатор, використаний з тими ж зв'язками, забезпечує регульовану безступінчасту зв'язок трьох валів з перерозподілом моментів і частот обертання на виході, що залежить від співвідношення цих параметрів на двох входах і

передавального числа варіатора. Зокрема, при зміні передавального числа планетарного варіатора можуть змінюватися не тільки величини, а й напрямки частот обертання і моментів на його ланках, що створює можливості розширення експлуатаційних можливостей такого приводу.

При використанні наведеної коробки передач дає змогу використати електродвигун меншою потужності і габаритів виходячи з потреб рівномірного руху на вищій передачі. При більшому навантаженню використовуються знижені передачі. При цьому діапазон можливої зміни швидкості руху значно розширюється. З'являється технічна можливість роботи електродвигуна в найбільш сприятливих для нього режимах. Такий же принцип покладено в основу коробок передач для допоміжних двигунів і генераторів конструкції Antonovplc.(рис. 2)[5]

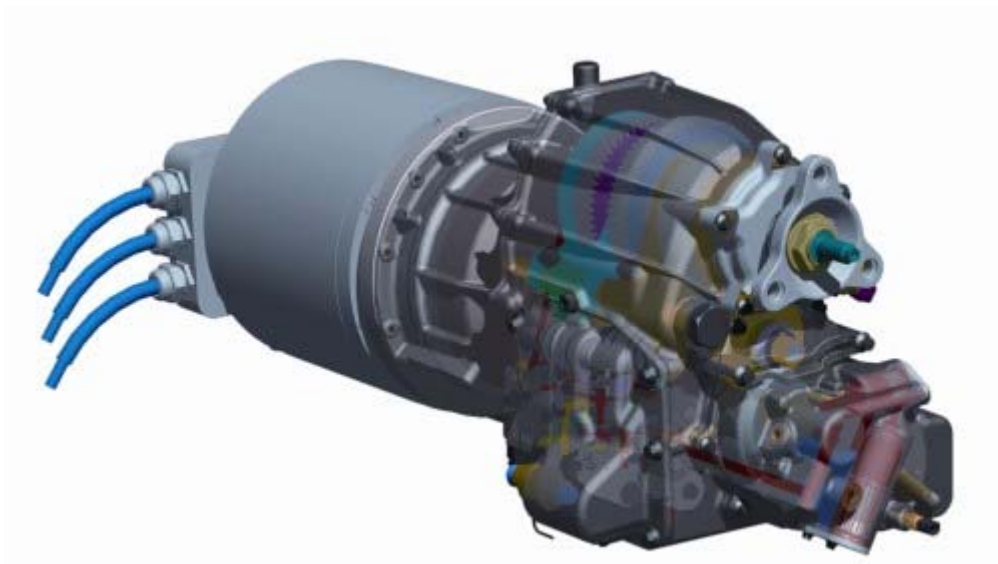


Рисунок 2 - коробка передач конструкції Antonovplc.

При низькій частоті обертання двошвидкісний генератор змінного струму виробляє електроенергії не менше, ніж його дорожчий і важкий одношвидкісний аналог. Такі джерела струму незамінні в військових та інших спеціальних машинах, коли треба забезпечити вироблення великої кількості електроенергії навіть на малих частотах обертання ходового двигуна. Акумулятор не розрядиться; все обладнання, включаючи додаткове, буде працювати без збоїв. Електронна система керування дозволяє вибрати оптимальний режим роботи агрегату. Програмне забезпечення гарантує вибір передачі, оптимальної для мінімальної витрати одержуваної від батареї електроенергії. Так же програма дає можливість підвищити комфорт. Так,

скажімо, пасажирам автобуса буде приємніше, якщо при уповільненні перед зупинкою буде включена друга передача. Перемикання на першу відбудеться тільки після повної зупинки. Пасажири, які їдуть стоячи, особливо відзначають плавне, без ривків прискорення і уповільнення машини.[5]

Багатоступенева трансмісія (рис. 3) підвищує ефективність рекуперації енергії: при уповільненні і гальмуванні двигуном автоматика переводить КП на нижчу передачу - швидкість обертання ротора працюючого в генераторному режимі електродвигуна зростає. Відповідно, зростає і вироблення енергії.[5]

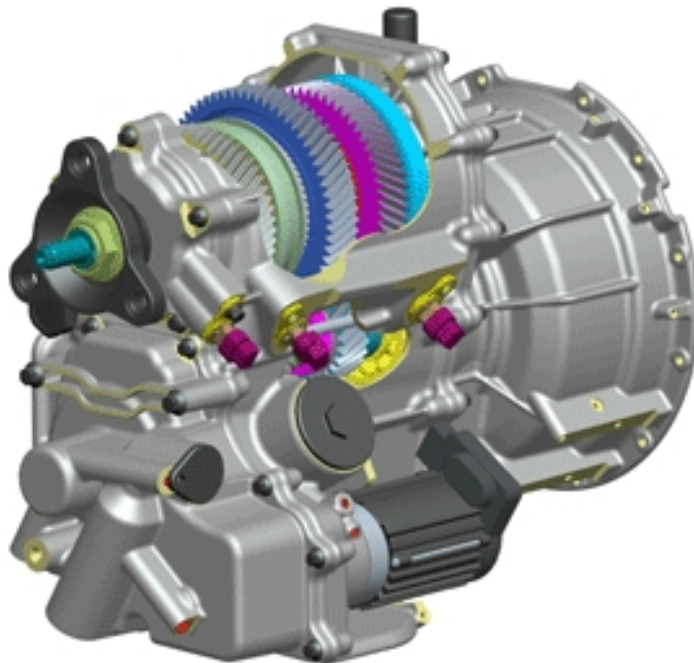


Рисунок 3 - коробка передач конструкції AntonovPlc.

Уже в цьому році триступеневу коробку передач встановлять на експериментальний електромобіль Jaguar Limo-Green зі збільшеним запасом ходу. Цей проект підтримується британським державним управлінням технологічної стратегії (TSB - UK's Technology Strategy Board). Без серйозних переробок коробку передач можна зробити і чотириступінчастою, що ще більше підвищить ККД силового агрегату. Використання схеми з двома зчепленнями забезпечує безперервність передачі крутного моменту.[5]

В кінці червня компанія AntonovPlc отримала за свої електромобільні КП престижний приз IDTechEx Electric Vehicles Land Sea Air Technology

Award, що присуджується за найбільш важливі розробки в області електричних транспортних засобів за останні два роки.[5]

Висновок

Проаналізувавши різні літературні джерела можна зробити наступні висновки. Використання в конструкції електромобіля механічних коробок передач доволі поширена практика. Це обумовлено низькою вартістю таких КП, а також можливістю їх автоматизації. Переважна більшість електромобілів обладнані також без ступінчатими КП (варіаторами) тому розробка та дослідження цього виду коробок передач є актуальним інженерним та науковим завданням.

ЛІТЕРАТУРА

1. Матеріал для статті взято: <http://www.vipchasi.ru/kpp.php>
2. Матеріал для статті взято: <https://thequestion.ru/questions/66392/pochemu-v-elektromobilyakh-tolko-odna-peredacha>
3. Матеріал для статті взято: <http://www.findpatent.ru/patent/212/2123944.html>
4. Матеріал для статті взято: <http://ru-patent.info/21/20-24/2123944.html>
5. Матеріал для статті взято: <http://autooboz.info/2011/09/kpp-dlya-elektromobilya/>