

Перелік посилань

1. Регламент Європейського парламенту і Ради (ЄС) № 715/2007 про затвердження типу моторних транспортних засобів щодо викидів від легкових пасажирських і комерційних засобів (Євро-5 та Євро-6) та про доступ до інформації про ремонт та технічне обслуговування транспортного засобу. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_914#Text
2. Repair manual MAN HX2 44M CCV LC 15t. Publication code 69.DKR00-4191, Version 4.0. Rheinmetall Technical Publications, 2021 – 127 с.
3. Operator manual HX2 44M CCV LC 15t. Publication code 69.DKB00-4191, Version 5.0. Rheinmetall MAN Military Vehicles, 2021 – 545 с.
4. Maintenance schedule HX2 44M CCV LC 15t. Publication code 69.DKK00-4191, Version 4.0. Rheinmetall MAN Military Vehicles, 2021 – 174 с.
5. Maintenance manual HX2 44M CCV LC 15t. Publication code 69.DKW00-4191, Version 4.0. Rheinmetall Technical Publications, 2020 – 42 с.

Подригало Михайло Абович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, pmikhab@gmail.com

Полянський Олександр Сергійович, д-р техн. наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, khadi.pas@gmail.com

Краснокутський Максим Володимирович, аспірант, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РАЦІОНАЛЬНЕ УПРАВЛІННЯ СИНЕРГЕТИЧНИМ АВТОМОБІЛЕМ

Гібридний (синергетичний привід) - силовий агрегат, конструктивна специфіка якого передбачає паралельне (одночасне) використання на загальному валу енергії двигуна внутрішнього згорання та тягового електродвигуна за допомогою планетарної передачі, яка дозволяє кожному з двигунів обертатися з будь-якою доступною незалежною однією від одної частотою, що визначається поточним режимом руху.

Дослідження та проектування гібридного синергетичного приводу присвячені роботи [1-7]. У зазначених роботах проведено аналіз конструкцій гібридних автомобілів, проведено оптимальний вибір компонентів електросилової установки гібридного автомобіля та оптимізацію управління. У роботі [8] обґрунтовано можливість застосування в гібридному (синергетичному) приводі ведучих коліс постійного швидкісного режиму ДВЗ. У поєднанні з електричним приводом, це дозволяє отримати трансмісію з безступінчастою зміною передавального числа [9,10]. Однак у відомих роботах не розглянуто закони раціонального керування гібридним (синергетичним) приводом автомобіля під час роботи ДВЗ на постійному швидкісному режимі.

Динамічні властивості характеризують здатність автомобіля ефективно рухатися під дією прикладених сил. Важливою експлуатаційною властивістю є

динамічність автомобіля під час розгону, тобто здатність останнього до швидкого збільшення швидкості. Одним із показників динамічності автомобіля є час його розгону або до максимальної швидкості V_{\max} , або до швидкості $V=100$ км/год. Слід зазначити, що автомобіль є керованим об'єктом [10], а синергетичний (гібридний) привід є автоматичним регулятором. Разом вони утворюють (у взаємодії один з одним) регульовану систему. Керуючими параметрами (входом) регульованої системи «автомобільно-моторно-трансмісійна установка» є ефективним (вихідна) потужність двигуна внутрішнього згоряння та частота обертання колінчастого валу. Управління динамікою розгону автомобіля відбувається за рахунок регулювання ефективної потужності N_e та швидкості автомобіля V . Остання змінюється за рахунок керування кутовою швидкістю колінчастого валу ДВЗ та передавальним відношенням u_k коробки передач.

У дослідженні [8] доведено, що розгін при постійній кутовій швидкості колінчастого валу ДВЗ є резервом підвищення енергоефективності автомобіля. Однак для його реалізації необхідно використовувати безступінчасту коробку передач. Використання гібридного (синергетичного) приводу дозволяє здійснити безступінчасту зміну швидкості автомобіля при постійному значенні кутової швидкості колінчастого валу ДВЗ.

Максимальна ефективна потужність двигуна внутрішнього згоряння на стадії проектування автомобіля може бути визначена за наступною формулою

$$N_{e\max} = \frac{m \cdot g \cdot f \cdot V_{\max} + \frac{A_w}{2} \cdot \rho \cdot F \cdot V_{\max}^{3-4}}{\eta_{mp}^{MГH}}, \quad (1)$$

де $\eta_{mp}^{MГH}$ -миттєвий ККД механічної частини трансмісії.

Максимальна потужність електродвигуна може бути визначена в залежності від часу розгону автомобіля T_p з місця до максимальної швидкості

$$N_{ED\max} = \frac{m \cdot V_{\max}^2}{2T_p \eta_{EP}^{MГH}} \quad (2)$$

Відношення максимальної потужності електродвигуна до максимальної ефективної потужності ДВЗ дорівнює

$$\frac{N_{ED\max}}{N_{e\max}} = \frac{\frac{\eta_{mp}^{MГH}}{\eta_{EP}^{MГH}}}{\left(\frac{2 \cdot g \cdot f}{V_{\max}} + \frac{A_w \cdot \rho \cdot F}{m} \cdot V_{\max}^{1-n} \right) \cdot T_p} \quad (3)$$

Аналіз виразу (3) показує, що зі зменшенням часу розгону автомобіля T_p до максимальної швидкості, відношення максимальної потужності електро-

двигуна до максимальної ефективної потужності ДВЗ збільшується. Зі зростанням маси автомобіля вказане відношення також збільшується.

Проведений аналіз показав, що поліпшити динамічні властивості та керуваність гібридних автомобілів можливо при використанні енергії ДВЗ для руху в усталеному режимі, а енергію електричну – для розгону машини. При цьому використання ДВЗ за постійного швидкісного режиму є резервом підвищення енергоефективності гібридних автомобілів. Автомобіль стає більш чутливим до розгону.

Перелік посилань

1. Гібридні автомобілі/Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А. та ін. – Х.:ХНАДУ, 2008. – 327с.
2. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика/ Бажинов О.В., Смирнов О.П., Серіков С.А., Двадненко В.Я. – Х.:ХНАДУ, 2011. – 236с.
3. Тімков О.М. Історія створення та перспективи розвитку гібридних автомобілів/О.М. Тімков//Автошляховик України. Вісник центрального наукового центру Транспортної академії України. – 2010. - №13. – С.69-71.
4. Бажинов О.В. Вибір оптимальних параметрів компонентів електросилової установки гібридного автомобіля/О.В. Бажинов, А.С. Паникарський//Вісник ХНАДУ. - №34-35. – 2006. – С.224-227.
5. Серіков С.А. Многокритериальная задача оптимизации управления силовой установкой гибридного автомобиля/С.А. Серіков//Вестник ХНАДУ. – Х.:РИО ХНАДУ, 2012. - №55. – С.37-43.
6. Смирнов О.П. Шляхи вдосконалення гібридних силових установок автомобілів/О.П. Смирнов, О.У. Репницький//Вісник ХНАДУ. – 2010. - №49. – С.26-28.
7. Бажинова Т.О. Експлуатаційні властивості гібридних автомобілів/Т.О. Бажинова, А.О. Борисенко. – Х.:ФОП Бровін О.В., 2016. – 104с.
8. Кайдалов Р.О. Основи створення автомобілів з комбінованою енергетичною установкою: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн.. наук: спец. 05.22.02 – автомобілі та трактори/Р.О. Кайдалов. – Харків, 2018. – 40с.
9. Подригало М.А. Динаміка автомобіля з автоматичною безступінчатою коробкою передач/М.А. Подригало, О.О. Коряк//Вісник ХНАДУ. Збірник наукових праць./Вип. 90/2020. – С.73-79.
10. Подригало М.А. Улучшение динамических свойств автомобиля с бесступенчатой коробкой передач/М.А. Подригало, А.А. Коряк//Транспорт, экология, устойчивое развитие. Научно-техническая конференция с международным участием. 2020, 8-10 октября 2020. – С.111-117.