

ВПЛИВ ЗАВАНТАЖЕНОСТІ ГІБРИДНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ НА ДАЛЬНІСТЬ ПРОБІГУ НА ЕЛЕКТРИЧНІЙ ТЯЗІ

А.О. Борисенко, аспірант, каф АЕ, ХНАДУ

Анотація. В роботі запропонований метод розрахунку пробігу гібридного транспортного засобу на електричній тязі в залежності від завантаженості та умов експлуатації. Моделювання проведено на прикладі гібридного концепту ЗАЗ Ланос Пікап. Підвищення маси автомобіля зі спорядженої (1120 кг) до повної (1595 кг) знижує дальність пробігу на електроприводі на 28 % при любых умовах експлуатації.

Ключові слова: гібридний транспортний засіб, завантаженість, дальність пробігу, електропривод, енергоємність, умови експлуатації.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ ГИБРИДНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДАЛЬНОСТЬ ПРОБЕГА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ

А.О. Борисенко, аспірант, каф АЭ, ХНАДУ

Аннотация. В работе предложен метод расчета пробега гибридного транспортного средства на электрической тяге в зависимости от загрузки и условий эксплуатации. Моделирование проведено на примере гибридного концепта ЗАЗ Ланос Пикап. Повышение массы автомобиля со снаряженной (1120 кг) до полной (1595 кг) снижает дальность пробега на электроприводе на 28% при любых условиях эксплуатации.

Ключевые слова: гибридное транспортное средство, загрузка, дальность пробега, электропривод, энергоёмкость, условия эксплуатации.

INFLUENCE UPLOADING HYBRID VEHICLES ON RUNNING DISTANCE ELECTRICALLY DRIVEN

A.O.Borysenko, postgraduate, KhNAHU

Abstract. The paper presents a method for calculating the mileage of hybrid vehicle on electric power depending on the workload and operating conditions. Modelling carried out by the example of a hybrid concept ZAZ Lanos pickup. Increasing the weight of the car with the gear (1120 kg) to complete (1595 kg) reduces the running distance on the electric drive by 28% under all operating conditions.

Keywords. hybrid vehicle, uploading, running distance, power, energy intensity, operating conditions.

Вступ

На сучасному етапі розвитку економіки України автомобільний транспорт, як і в більшості розвинених країн світу, відіграє найважливішу роль у забезпеченні економічного зростання та соціального розвитку держави. На сьогодні більш як

100 тисяч автомобільних перевізників надають послуги з перевезення 52 % пасажирів та 64 % вантажів [1].

Автомобільний транспорт стоїть на порозі суттєвих змін. Автомобільний парк наповнюється електромобілями та гібридними транспортними засобами, що

можуть рухатися на електричній тязі. Тому актуальним є визначення та обґрунтування методу розрахунку пробігу гібридного транспортного засобу на електричній тязі в залежності від завантаженості та умов експлуатації. Ці дані будуть корисними для споживачів комерційного транспорту, що має режим електромобіля. Як об'єкт дослідження обраний гібридний концепт ЗАЗ Ланос Пікап, що відноситься до комерційних автомобілів та призначений для доставки дрібних вантажів.

Аналіз досліджень та публікацій

Створення сучасних автомобілів, з метою зниження викидів токсичних речовин і підвищення економічності силових енергоустановок, йде різними шляхами. Це і вдосконалення систем упорскування і згоряння палива традиційних ДВЗ, застосування каталізаторів і нейтралізаторів, це і розробка новітніх енергозберігаючих технологій та систем на транспорті, і створення альтернативних енергоустановок, які містять екологічно чисті двигуни і накопичувачі енергії. Проте заходи щодо вдосконалення ДВЗ виявилися не дуже ефективними, особливо при експлуатації автомобілів у великих мегаполісах у заторах. Необхідність створення силової установки з електроприводом, який дозволяє використовувати рекуперацію гальмівної енергії, назріла вже давно, але була обмежена, з одного боку, неминучим зростанням вартості автомобіля, з іншого – недостатнім технологічним рівнем розвитку екологічно чистих технологій для автомобільного транспорту та відсутністю енергоємних накопичувачів енергії [1].

Найбільш зручними в експлуатації є гібридні транспортні засоби, які мають режим електромобіля та які здатні накопичувати енергію в тягової акумуляторної батареї (ТАБ) безпосередньо від стаціонарних джерел електричної енергії (система plug in hybrid). Це обумовлено суттєво нижчою вартістю кВт·год. з електричної мережі, в порівнянні з вартістю кВт·год. одержаних з генераторних установок, які отримують енергію від бензину, дизпалива або газу [2].

Сучасні та перспективні транспортні засоби становляться все більш екологічно безпечними та економічними. На кафедрі

автомобільної електроніки ХНАДУ розроблений концепт гібридного транспортного засобу на базі ЗАЗ Ланос Пікап, що наданий ПАТ «ЗАЗ» який наданий ПАО «ЗАЗ» для проведення науково-дослідних робіт та подальшого впровадження гібридної силової установки у виробництво [3].

Мета та постановка задачі

Метою роботи є підвищення ефективності використання транспортних засобів з електроприводом за рахунок дослідження впливу завантаженості гібридного транспортного засобу на дальність пробігу на електричній тязі. Для визначення впливу маси гібридного транспортного засобу на дальність пробігу на електричній тязі необхідно провести розрахунок пробігу автомобіля з електроприводом на електричній тязі в залежності від завантаженості (від спорядженої до повної) та умов експлуатації (від легких до складних).

Основною задачею є розробка універсального методу розрахунку пробігу гібридного транспортного засобу на електричній тязі в залежності від завантаженості та умов експлуатації. Моделювання проведено на прикладі гібридного концепту ЗАЗ Ланос Пікап.

Об'єкт дослідження – процес дослідження дальності пробігу гібридного транспортного засобу, створеного на базі ЗАЗ Ланос Пікап, у режимі електромобіля. Результати моделювання будуть служити базою для проведення розрахунку відстані, яку гібридний транспортний засіб подолає на електричній тязі в залежності від завантаженості та умов експлуатації.

Метод розрахунку пробігу на електричній тязі в залежності від завантаженості та умов експлуатації

Як екологічно чисте джерело енергії на сучасному етапі розвитку науки та техніки раціонально застосовувати літій-залізо-фосфатні тягові акумуляторні батареї, енергоємність яких визначає відстань, яку автомобіль може подолати на електричній тязі, виходячи з того, що приблизно 150 Вт·год. витрачається на 1 км пробігу

автомобіля масою 1000 кг. Пробіг в режимі електромобіля на одному заряді акумуляторних батарей може складати у межах 20...60 км. Цю відстань споживач обирає при замовленні гібридного транспортного засобу в залежності від передбачуваного середньодобового пробігу та вартості, тому що вартість ТАБ є визначальною.

Для зниження вартості експлуатації транспортного засобу заряд блоку ТАБ повинен відбуватись: на стоянці – від електричної мережі 220 В, 50 Гц, при гальмуванні – від рекуперативної системи. Навіть на короткочасних стоянках, наприклад, під час розвантажувально-завантажувальних робіт, доцільно заряджати ТАБ.

Для електропривода гібридної силової установки концепту ЗАЗ Ланос Пікап використовуються 20 літій-залізо-фосфатних акумуляторів Thunder-Sky LFP 90Ah, що спеціально спроектована китайськими виробниками для потреб електроживлення гібридних транспортних засобів, електромобілів, електроавтобусів та інших електричних транспортних засобів. Основні експлуатаційні характеристики акумулятора Thunder-Sky LFP090AH 3.2V/90Ah зведені в табл. 1.

Таблиця 1 Основні експлуатаційні характеристики акумулятора LFP TS-LFP90AH

Тип	Акумулятор літій-залізо-фосфатний
Ємність C, А·год	90
Струм заряду, А	0,5·C
Макс струм розряду, А	3·C
Робоча напруга, В	2,5...4,25
Кількість циклів заряд-розряд	3000...5000
Вага, кг	3,2

Для визначення дальності пробігу гібридного транспортного засобу або електромобіля на електричній тязі проведемо розрахунок питомої енергоємності акумулятора TS-LFP90AH, Вт·год./кг.

$$E_n = \frac{U_{ел} \cdot I \cdot t}{m_{АКБ}}, \quad (1)$$

де E_n – питома енергоємність акумулятора, Вт·год./кг; $U_{ел}$ – середня напруга на елементі, В; I – розрядний струм, А; t – час розряду, год.; $m_{АКБ}$ – маса акумуляторної батареї, кг. Ємність акумулятора визначає розрядний струм за час розряду t , год.

$$C = I \cdot t. \quad (2)$$

Тому формула (1) приймає вигляд

$$E_n = \frac{U_{ел} \cdot C}{m_{АКБ}}. \quad (3)$$

Прийmemo, що середня напруга акумулятора складає 3,2 В. и якщо розрядний струм прийняти 9 А, то розряд буде продовжуватися 10 год., а питома енергоємність буде складати ,90 Вт·год./кг.

Питоме споживання електричної енергії автомобілем, рух якого відбувається за рахунок тягового електричного привода, може приймати різні значення (табл. 3).

Таблиця 3 Питоме споживання електричної енергії

Питоме споживання енергії K_E , Вт·год./кг·км	Умови руху
0,10...0,15	Легкі умови, рух на невеликої швидкості
0,15...0,20	Середні умови, нормальний міський рух
0,20...0,25	Складні умови, при багаторазових динамічних прискореннях, різкому гальмуванні або рух на високих швидкостях.

Дальність пробігу автомобіля S_e на електричній тязі, км

$$S_e = \frac{E_n \cdot n \cdot m_{АКБ}}{K_E \cdot (m_{ЕЛ} + n \cdot m_{АКБ})}, \quad (4)$$

де E_n – питома енергоємність акумулятора, Вт·год./кг; n – кількість акумуляторів у батареї, шт.; K_E – питоме споживання енергії, Вт·год./кг·км; $m_{ЕЛ}$ – маса автомобіля, кг.

Прийmemo при моделюванні, що споряджена маса гібридного концепту змінюється з 1120 кг (з урахуванням маси гібридної

силової установки) до повної 1595 кг, а питоме споживання електричної енергії змінюється від 0,1 до 0,25 Вт·год./((кг·км) з кроком 0,05.

Результати моделювання свідчать, що максимальний пробіг гібридного концепту ЗАЗ Ланос Пікап складає 50 км, а мінімальний – 17 км. Підвищення маси автомобіля зі спорядженої до повної знижує дальність пробігу на електроприводі на 27 % при любых умовах експлуатації. Більшою мірою на дальність пробігу впливають експлуатаційні умови та майстерність водія, тому що дальність пробігу може відрізнятись у 2,5 рази (рис. 1).

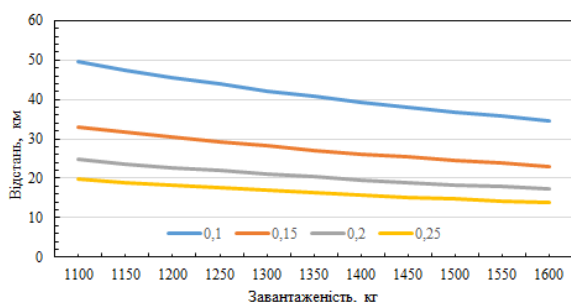


Рис. 1. Результати моделювання впливу завантаженості гібридного концепту Ланос Пікап на дальність пробігу на електричній тязі

Висновки

Проведене моделювання демонструє, що в залежності від завантаженості гібридного концепту ЗАЗ Ланос Пікап дальність його пробігу у легких умовах руху може

змінюватися у межах 35...50 км. Зміна експлуатаційних умов руху для автомобіля масою 1120 кг може привести до зменшення дальності пробігу з 50 км до 20 км, при масі 1595 кг – з 35 км до 15 км.

Література

1. Бажинов О.В. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика: моногр. / О.В. Бажинов, О.П. Смирнов, С.А. Серіков, В.Я. Двадненко; – Х.: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
2. Смирнов О.П. Розрахунок еквівалентної витрати палива електромобілями у різних країнах / О.П. Смирнов, О.Б. Богаєвський, А.О. Смирнова // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х.: НТУ «ХПІ». – 2013. - № 29 (1002). – С. 114-119.
3. Смирнов О.П. Гибридная силовая установка для транспортных средств / О.П. Смирнов, А.Б. Богаевский, А.О. Смирнова // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2013. – № 139 – С. 207-211.

Рецензент: О.В. Бажинов, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 4 листопада 2015 р.