

Смирнов О. П., д.т.н., доц.; Борисенко А. О., к.т.н., доц.; Марченко А. В.

НАУКОВІ ОСНОВИ СТВОРЕННЯ ГІБРИДНОГО ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Дослідження присвячено створенню енергоефективного гібридного транспортного засобу, який поєднує невисоку вартість з сучасними показниками економічності, екологічності та широкими функціональними можливостями. Ідея дослідження заснована на тому, що енергію, яка накопичена на борту транспортного засобу, можна використовувати не тільки для руху, але для інших потреб на стоянках в місцях, де нема стаціонарної електричної мережі.

Вступ. Актуальність дослідження полягає у розширенні функціональних можливостей транспортних засобів, підвищенні умов праці та відпочинку у місцях, де немає стаціонарного джерела енергії, якісному покращенні екологічного стану у мегаполісах, підвищенні енергоефективності транспортних робіт, можливості виконання транспортних робіт в закритих приміщеннях (вокзалах, супермаркетах, промислових та сільськогосподарських підприємствах).

Постановка проблеми. Основними напрямками розвитку транспортних засобів є підвищення їх паливної економічності, екологічної чистоти, функціональних можливостей, безпеки руху, інтелектуальності та доброзичливості до водія, пасажирів та зовнішнього середовища. Це можна зробити за рахунок зміни самої концепції створення автомобіля та всіх його систем та комплексів. Кардинальним вирішенням цієї проблеми є створення гібридних транспортних засобів багатофункціонального призначення. Тому дослідження присвячено вирішенню цих важливих та актуальних науково-прикладних проблем сучасності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сучасному етапі розвитку науки та техніки проблема створення енергозберігаючих транспортних засобів вирішується за рахунок створення електричних транспортних засобів: електромобілів або гібридних транспортних засобів [1, с. 49-66, 2 с. 242-254]. Перспективними є гібридні транспортні засоби, які мають режим «тільки електрика» та які здатні накопичувати енергію в тяговій акумуляторній батареї від стаціонарних джерел енергії [3, с. 289-301]. Для живлення електропривода використовуються акумуляторні батареї літій-іонного типу, важливою проблемою яких є балансування їх елементів під час заряду від зовнішньої електричної мережі [4, с. 351-361]. У розробників гібридних транспортних засобів немає єдиного підходу до створення схеми та структури гібридних силових установок [5, с. 225-241]. Важливою проблемою є порівняння вартості експлуатації, паливної економічності, енергетичної ефективності гібридних, електричних та звичайних транспортних засобів в різних умовах експлуатації [6, с. 267-274, 7, с. 721-726], а також розроблення методики визначення витрат енергоносіїв електричних та гібридних транспортних засобів [8, с. 114-119, 9, с. 20-23].

Формулювання цілей. Метою дослідження є розширення функціональних можливостей, підвищення енергетичної ефективності та екологічної чистоти транспортних засобів за рахунок розробки гібридної силової установки принципово нового типу.

Новизна полягає у тому, що вперше запропонована можливість використання тягових акумуляторних батарей гібридного транспортного засобу для живлення зовнішніх джерел енергії від стандартної напруги 220 В, 50 Гц.

Основний матеріал дослідження. На кафедрі автомобільної електроніки ХНАДУ проведена модернізація легкового автомобіля у гібридний транспортний засіб, який створений на базі ЗАЗ Ланос Пікап. При цьому сам транспортний засіб та його існуюча

силова установка залишається практично без змін, лише доповнюється тяговим електричним двигуном вентиляного типу, енергоємним джерелом енергії, перетворювачем напруги, системою керування, системою заряду блоку тягових акумуляторних батарей, тощо.

Система управління гібридною силовою установкою має наступні основні режими роботи: «тільки електрика», «гібридний», «рекуперативне гальмування», «тільки паливо», «заряд батарей». Система управління силовою установкою забезпечує закон управління:

- старт з місця, початок руху і розгін до швидкості 11,11 м/с (40 км/год.) здійснюються у режимі «тільки електрика»;
- при подальшому наборі швидкості або при недостатньому запасі електричної енергії в тяговій акумуляторній батареї рух здійснюється у режимі «тільки паливо»;
- у режимі «рекуперативне гальмування» система управління забезпечує рекуперацію кінетичної і потенційної енергії транспортного засобу;
- у процесі стоянки заряд тягових акумуляторних батарей відбувається від зовнішньої електричної мережі 220 В, 50 Гц [10, с. 32-36].

Як джерело живлення для електричного двигуна застосовуються 20 літій-залізо-фосфатних акумуляторів типу LFP090АНА 3.2V/90Ah загальна енергоємність яких складає 5,76 кВт·год. Саме цю енергію можна використовувати не тільки для руху гібридного транспортного засобу у режимі «тільки електрика», але для інших потреб на стоянках в місцях, де нема стаціонарної електричної мережі. Це є основна ідея дослідження: потрібно зробити так, щоб транспортний засіб, який має на борту запас електричної енергії, мав функції потужної пересувної електричної станції. Це дозволяє розширити функціональні можливості транспортних засобів, підвищити умови праці та відпочинку у місцях, де немає стаціонарної електричної мережі (або електрична енергія тимчасово не поставляється), якісному покращенні екологічного стану у мегаполісах, підвищенні енергоефективності транспортних робіт, можливості виконання транспортних робіт в закритих приміщеннях (вокзалах, супермаркетах, промислових та сільськогосподарських підприємствах).

Слід відзначити, що вже існують інвертори, які підключаються до бортової мережі автомобіля, та на виході мають синусоїдальну напругу 220 В. Але потужність таких перетворювачів, як правило, не перевищує 500 Вт. Це обумовлено тим, що повністю заряджений автомобільна акумуляторна батарея, наприклад, енергоємністю 60 А·год має максимальну енергоємність 720 Вт·год або 0,72 кВт·год. Але цю енергію не можна використовувати повністю, тому що розряджати батарею потрібно так, щоб вона забезпечувала надійний пуск ДВЗ. Крім того, при збільшенні струму розряду швидше зменшується енергія, що запасена у батареї.

На відміну від існуючих пристроїв, резонансний перетворювач гібридного транспортного засобу багатофункціонального призначення використовує первинну робочу напругу від блоку послідовно з'єднаних 20-ті акумуляторів LFP090АНА 3.2V/90Ah, що складає від 50 В до 74 В. Крім того, таке джерело живлення має підвищену енергоємність (5,76 кВт·год), яку можна практично повністю використовувати для нужд, які не пов'язані ні з запуском ДВЗ, ні з рухом в режимі «тільки електрика». Тому що для пуску ДВЗ застосовується штатна акумуляторна батарея автомобіля. Після запуску ДВЗ, генераторна установка виробляє електричну енергію для заряду акумуляторів LFP090АНА 3.2V/90Ah. Але слід визначити, що якщо поруч є стандартна електрична мережа 220 В, то доцільно блок акумуляторів гібридного транспортного засобу заряджати від неї.

Спеціальна розроблена система контролю акумуляторів LFP090АНА 3.2V/90Ah захищає їх від перенавантаження та контролює температурний режим. Система контролю акумуляторів у процесі роботи визначає: напругу на кожному акумуляторі; поточний стан заряду або глибину розряду, щоб вказати реальний рівень заряду батареї; кількість циклів заряд/розряд; загальний стан, який характеризує ступень деградації, температуру, тощо.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – проведення розробки системи живлення внутрішніх та зовнішніх споживачів енергії для автодома (кемпера) або

для системи безперебійного живлення у будинках від тягових акумуляторних батарей гібридних транспортних засобів або електромобілів.

Висновки. Розробка наукових основ створення гібридного транспортного засобу багатофункціонального призначення відкриває шлях до принципово нових функціональних можливостей автомобілів, що полягають, наприклад, у автономному підключенні різноманітних зовнішніх електричних пристроїв до енергоємних джерел живлення гібридної силової установки. Гібридний транспортний засіб багатофункціонального призначення, на відміну від відомих, використовує енергію, що накопичена у тяговій акумуляторній батареї не тільки для руху, але додатково включає систему перетворення постійної напруги джерела живлення у стандартну напругу 220 В, 50 Гц для живлення зовнішнього електрообладнання.

Список літературних джерел

1. The electric vehicle: a review / Ning Ding; K. Prasad; T. T. Lie / International Journal of Electric and Hybrid Vehicles , Volume 9 (1), 2017, p. 49-66.
2. Research and development of in-wheel motor driving technology for electric vehicles / Qiping Chen; Chuanjie Liao; Aiguo Ouyang; Xiangqin Li; Qiang Xiao / Electric and Hybrid Vehicles , Volume 8 (3), p.242-254.
3. Effect of an electric vehicle mode in a plug-in hybrid electric vehicle with a post-transmission electric motor / Travis Foust; Ryan Jones; Evan Graves; Joshua McCoskey; Hwan-Sik Yoon / International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, Volume 8 (4), 2016, p. 289-301.
4. Battery cell balance of electric vehicles under fast-DC charging / Wager G., Whale J., Braunl N./ International Journal of Electric and Hybrid Vehicles , Volume 8 (4) – Jan 1, 2016, p. 351-361.
5. Comparison of different power-split hybrid architectures using a global optimisation design method / E. Vinot / International Journal of Electric and Hybrid Vehicles, Volume 8 (3), 2016, p.225-241.
6. Total cost of ownership and externalities of conventional, hybrid and electric vehicle / Lambros K. Mitropoulos, Panos D. Prevedouros, Pantelis Kopelias / Transportation Research Procedia, 24C (2017), p. 267–274.
7. Study of emissions and fuel economy for parallel hybrid versus conventional vehicles on real world and standard driving cycles / Ahmed Al-Samari / Alexandria Engineering Journal, Volume 56, Issue 4, December 2017, p. 721-726.
8. 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. – 2013. – № 29 (1002). – С. 114–119.
9. Смирнов О. П. Моделювання витрат енергоносіїв гібридними транспортними засобами залежно від умов експлуатації / О. П. Смирнов, А. О. Борисенко // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. – 2017. – № 11. – с. 20-23. – ISSN 2226-9266 – Режим доступу к джерелу: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE17_1/1.3.pdf.
10. Смирнов О. П. Підвищення надійності гібридних силових установок / О. П. Смирнов, О. А. Борисенко // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове спеціалізоване видання. – 2016. – № 9. – с. 32-36. – ISSN 2226-9266 – Режим доступу к джерелу: http://www.khadi.kharkov.ua/fileadmin/P_SIS/AE16_1/1.6.pdf.

Смирнов Олег Петрович – д.т.н., доцент, професор кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Борисенко Анна Олегівна – к.т.н., доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Марченко Антон Валерійович – аспірант кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет